



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto Técnico previo a la obtención del título de Ingeniería Industrial

*Título: Propuesta de un método de planificación de la producción
para una empresa comercializadora de productos agropecuarios*

*Title: Proposal of a production planning method for a
commercializing company of agricultural products*

Autor: Anthony Jordan Amores Sánchez

Director: Ing. Tania Rojas Párraga, MPC

Guayaquil, septiembre de 2019

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA

Yo, **Anthony Jordan Amores Sánchez**, declaro que soy el único autor de este trabajo de titulación titulado ***“PROPUESTA DE UN MÉTODO DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS”***. Los conceptos aquí desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusividad del autor.

Anthony Jordan Amores Sánchez

CI: 0950835660

DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Quien suscribe, en calidad de autor del trabajo de titulación titulado ***“PROPUESTA DE UN MÉTODO DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS”***, por medio de la presente, autorizo a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR a que haga uso parcial o total de esta obra con fines académicos o de investigación.

Anthony Jordan Amores Sánchez

CI: 0950835660

DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Quien suscribe, en calidad de director del trabajo de titulación titulado “***PROPUESTA DE UN MÉTODO DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS***”, desarrollado por el estudiante **Anthony Jordan Amores Sánchez** previo a la obtención del Título de Ingeniería Industrial, por medio de la presente certifico que el documento cumple con los requisitos establecidos en el Instructivo para la Estructura y Desarrollo de Trabajos de Titulación para pregrado de la Universidad Politécnica Salesiana. En virtud de lo anterior, autorizo su presentación y aceptación como una obra auténtica y de alto valor académico.

Dado en la Ciudad de Guayaquil, a los 24 días del mes de septiembre de 2019

Ing. Tania Catalina Rojas Párraga, MPC

Docente Director del Proyecto Técnico

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento principalmente a mi tía Leonor Sánchez Bajaña y a su esposo Fabrizio Romano por haberme ayudado y haber confiado en todo este proceso universitario, y a mi familia en general de las cuales también obtuve un apoyo incondicional en todo este proceso.

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana por ser mi Alma Mater, lugar donde pasé 5 años y pude conocer a personas extraordinarias; a sus docentes y directivos que aportaron con sus conocimientos y consejos en mi formación profesional.

Finalmente expreso un profundo agradecimiento a mi tutora en este proyecto, Ing. Tania Rojas Párraga, MPC, por haber aceptado el direccionamiento de este proyecto y gracias a su conocimiento y colaboración permitir el desarrollo del mismo.

Anthony Amores Sánchez

RESUMEN

Actualmente las empresas tienen la visión de mejorar constantemente sus procesos, esto se debe por la competitividad del mercado o por las exigencias del cliente, lo cual conlleva a un crecimiento organizacional con la finalidad de reducir costos, tiempos de producción o actividades innecesarias; y a su vez aumentando la productividad de los procesos.

El presente proyecto tuvo como objetivo establecer un método de planificación adecuado para la empresa comercializadora de productos agropecuarios; cuyo enfoque del objetivo era básicamente en el área de producción.

La metodología que se dispuso para la ejecución del proyecto fue primero realizar un estudio de métodos donde se determinó las actividades que forman parte del proceso de producción, las cuales son llenar, transportar, coser y estibar/despachar. La siguiente parte fue la estandarización de los tiempos de producción mediante un estudio de tiempo tomando en cuenta todos factores que pueden afectar a la producción como la fatiga de los operadores, las demoras tanto de los operadores como del proceso en general. Por último, para poder mejorar la planificación de la producción se decidió modelar diferentes reglas y compararlas entre sí para seleccionar la más eficiente, el cual es el Tiempo de Operación más Breve (TOB).

Una vez seleccionado el método más eficiente (TOB) se comparó con la programación ejecutada por la empresa donde se notó una gran mejoría en los indicadores donde aumentó la medida de utilización de las líneas y disminuyó el tiempo de terminación promedio de cada pedido, el número promedio de trabajos y el retraso de los trabajos.

Palabras claves: Planificación, producción, estudio de métodos, estudio de tiempo, reglas de prioridad, estandarización

ABSTRACT

Currently, companies have the vision of constantly improving their processes, this is due to the competitiveness of the market or customer requirements, which leads to organizational growth in order to reduce costs, production times or unnecessary activities; and in turn increasing the productivity of the processes.

The objective of this project was to establish an appropriate planning method for the commercialization company of agricultural products; whose focus of the objective was basically in the area of production.

The methodology that was arranged for the execution of the project was first to carry out a study of methods where the activities that are part of the production process were determined, which are to fill, transport, sew and stow / dispatch. The next part was the standardization of production times through a time study considering all factors that can affect production such as operator fatigue, delays from both operators and the process in general. Finally, in order to improve production planning, it was decided to model different rules and compare them to each other to select the most efficient one, which is the Shortest Operating Time (TOB).

Once the most efficient method (TOB) was selected, it was compared with the programming executed by the company where a great improvement was noted in the indicators where the measurement of the use of the lines increased and the average completion time of each order decreased, the number average work and work delay.

Keywords: Planning, production, method study, time study, priority sequencing rules, standardization

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA.....	I
DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	II
DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	4
EL PROBLEMA	4
1.1 ANTECEDENTES.....	4
1.1.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	4
1.1.1.1 RECURSOS HUMANOS	4
1.1.1.2 INFRAESTRUCTURA	5
1.1.1.3 RECURSOS DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	7
LINEA 1.....	8
LÍNEA 2.....	9
1.1.1.4 MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO	9
1.1.1.5 PROCESO GENERAL DE PRODUCCIÓN	10
1.1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2 IMPORTANCIA.....	13
1.2.1 GRUPO OBJETIVO	14
1.3 DELIMITACIÓN.....	15
1.3.1 DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA	15
1.3.2 DELIMITACIÓN SECTORIAL.....	15
1.3.3 DELIMITACIÓN ACADÉMICA	16
1.4 OBJETIVOS	16
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
CAPÍTULO II	17

MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA EN EL ECUADOR.....	17
2.2 ESTUDIO DE MÉTODOS	18
2.2.1 DEFINICIÓN	18
2.2.2 PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO DE MÉTODOS.....	18
2.2.3 CURSOGRAMA	19
2.2.3.1 SIMBOLOGÍA DEL CURSOGRAMA	19
2.2.3.2 TIPOS DE CURSOGRAMAS	20
CURSOGRAMA SINÓPTICO.....	20
CURSOGRAMA ANALÍTICO.....	21
2.3 MEDICIÓN DEL TRABAJO	21
2.3.1 DEFINICIÓN	21
2.3.2 TÉCNICAS DE MEDICIÓN DEL TRABAJO	22
2.3.3 RELACIÓN ENTRE EL ESTUDIO DE MÉTODOS Y LA MEDICIÓN DEL TRABAJO.....	22
2.4 ESTUDIO DE TIEMPO	24
2.4.1 DEFINICIÓN	24
2.4.2 MATERIALES FUNDAMENTALES PARA EL ESTUDIO DE TIEMPO.....	24
2.4.3 PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO DE TIEMPO	25
2.4.4 MÉTODOS PARA LA TOMA DE TIEMPO	25
2.4.5 CALIFICACIÓN DE DESEMPEÑO	26
2.4.5.1 CALIFICACIÓN DE LA VELOCIDAD	26
2.4.5.2 SISTEMA WESTINGHOUSE	27
2.4.5.3 CALIFICACIÓN SINTÉTICA.....	29
2.4.5.4 CALIFICACIÓN OBJETIVA	29
2.4.5.5 ESCALAS DE VALORACIÓN Y LA NORMA BRITÁNICA ..	30
2.4.6 SUPLEMENTOS DE HOLGURA	31
2.5 PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.....	33
2.5.1 IMPORTANCIA DE LA PROGRAMACIÓN A CORTO PLAZO ..	34
2.5.2 FACTORES DE PROGRAMACIÓN	34
2.5.2.1 TIPOS DE PROGRAMACIÓN	34
2.5.2.2 CARGA FINITA E INFINITA.....	35
2.5.2.3 CRITERIOS DE PROGRAMACIÓN	35
2.6 CARGAS DE TRABAJO	35

2.7	SECUENCIAS DE TRABAJO.....	36
2.7.1	RAZÓN CRÍTICA	37
2.8	HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS Y CONTROL	37
2.8.1	DIAGRAMA DE ISHIKAWA / CAUSA-EFECTO	37
2.8.2	DIAGRAMA DE GANTT.....	39
CAPÍTULO III.....		41
MARCO METODOLÓGICO		41
3.1	APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE MÉTODOS	42
3.1.1	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL ESTUDIO DE MÉTODOS 42	
3.1.2	FORMATO DE DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS	42
3.2	APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPO	44
3.2.1	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL ESTUDIO DE TIEMPO 44	
3.2.2	FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPO EN CAMPO	45
3.2.3	FORMATO DE RESUMEN DE ESTUDIO DE TIEMPO	46
3.3	PROCEDIMIENTO PARA LA PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	47
3.3.1	APLICACIÓN DE LAS REGLAS DE PRIORIDAD	50
	PEPT (PRIMERO EN ENTRAR, PRIMERO EN TRABAJARSE)	51
CAPÍTULO IV.....		69
RESULTADOS.....		69
4.1	PROCESO DE PRODUCCIÓN	69
4.1.1	ACTIVIDADES DE LA LÍNEA 1	69
4.1.2	ACTIVIDADES DE LA LÍNEA 2	70
4.2	ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN	71
4.2.1	COMPARATIVO DE LAS LÍNEAS MAÑANA – TARDE.....	71
4.2.2	COMPARATIVO DE LAS LINEAS PRODUCTO GRANULADO .	72
4.3	PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA 2	73
4.4	MODELACIÓN DE LAS REGLAS DE PRIORIDAD	77
	RESUMEN DE LAS REGLAS DE PRIORIDAD - LUNES.....	78
	RESUMEN DE LAS REGLAS DE PRIORIDAD - MARTES	78
	RESUMEN REGLAS DE PRIORIDAD – MIÉRCOLES	78
	RESUMEN REGLAS DE PRIORIDAD – JUEVES	79
	RESUMEN REGLAS DE PRIORIDAD – VIERNES	79

4.4.1	COMPARACIÓN MÉTODO ESCOGIDO VS PROGRAMACIÓN EJECUTADA	79
4.4.2	PLANIFICACIÓN DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 MEDIANTE MÉTODO ESCOGIDO	81
	PLANIFICACIÓN TOB – LUNES	81
	PLANIFICACIÓN TOB - MARTES	82
	PLANIFICACIÓN TOB - MIERCOLES	83
	PLANIFICACIÓN TOB - JUEVES	84
	PLANIFICACIÓN TOB - VIERNES	85
4.5	PROCEDIMIENTO Y CONDICIONES PARA EJECUTAR EL MÉTODO ESCOGIDO (TOB)	86
	CONCLUSIONES	87
	RECOMENDACIONES	88
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
	ANEXOS	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la Empresa.....	4
Figura 2. Croquis de las Bodegas.....	5
Figura 3. Bodega 1B	6
Figura 4. Bodega 2 y 3	6
Figura 5. Bodega 4A y 4C	7
Figura 6. Línea 1	8
Figura 7. Línea 2	9
Figura 8. Almacenamiento de MP Al Granel y en Big Bag.....	10
Figura 9. Diagrama de Flujo del Proceso General de Producción	12
Figura 10. Ubicación Geográfica de la Empresa	15
Figura 11. Simbología del Cursograma	19
Figura 12. Símbolos de Cursogramas No Estándar	20
Figura 13. Técnicas de Medición del Trabajo.....	22
Figura 14. Relación Estudio de Métodos - Medición del Trabajo	23
Figura 15. Clasificación de los Tipos de Holguras	32
Figura 16. Diagrama de Ishikawa según Niebel	38
Figura 17. Diagrama de Ishikawa según Render & Heizer.....	38
Figura 18. Diagrama de Gantt de Carga.....	39
Figura 19. Diagrama de Gantt de Programación y Simbología	40
Figura 20. Descripción Gráfica de Línea de Tiempo	48
Figura 21. Representación Porcentual de la Actividad de la Línea	73
Figura 22. Diagrama de Ishikawa de la Empresa.....	74
Figura 23. Diagrama de Pareto.....	76
Figura 24. Diagrama de Gantt – Lunes	82
Figura 25. Diagrama de Gantt – Martes.....	83
Figura 26. Diagrama de Gantt – Miércoles.....	84
Figura 27. Diagrama de Gantt – Jueves	85
Figura 28. Diagrama de Gantt – Viernes	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Guía para Calificar la Velocidad.....	27
Tabla 2. Sistema Westinghouse para Calificar la Habilidad.....	27
Tabla 3. Sistema Westinghouse para Calificar el Esfuerzo	28
Tabla 4. Sistema Westinghouse para Calificar las Condiciones	28
Tabla 5. Sistema Westinghouse para Calificar la Consistencia	29
Tabla 6. Principales Escalas de Valoración	31
Tabla 7. Porcentajes de los Suplementos por Descanso	33
Tabla 8. Formato de Diagrama de Flujo de Procesos	43
Tabla 9. Formato de Estudio de Tiempo en Campo	45
Tabla 10. Formato de Resumen de Estudio de Tiempo	46
Tabla 11. Cuadro de Datos de Línea de Tiempo.....	47
Tabla 12. Tabla del Tiempo de Entrega de los Pedidos	49
Tabla 13. PEPT - LUNES	51
Tabla 14. PEPT - MARTES	52
Tabla 15. PEPT - MIÉRCOLES	52
Tabla 16. PEPT - JUEVES	53
Tabla 17. PEPT - VIERNES	53
Tabla 18. TOB - LUNES	54
Tabla 19. TOB - MARTES	55
Tabla 20. TOB - MIÉRCOLES.....	55
Tabla 21. TOB - JUEVES	56
Tabla 22. TOB - VIERNES	56
Tabla 23. PPP - LUNES.....	57
Tabla 24. PPP - MARTES	58
Tabla 25. PPP - MIÉRCOLES	58
Tabla 26. PPP - JUEVES	59
Tabla 27. PPP - VIERNES.....	59
Tabla 28. TOR - LUNES	60
Tabla 29. TOR - MARTES	61
Tabla 30. TOR - MIÉRCOLES.....	61
Tabla 31. TOR- JUEVES	62
Tabla 32. TOR - VIERNES	62
Tabla 33. ULPT - LUNES	63
Tabla 34. ULPT - MARTES	64
Tabla 35. ULPT - MIÉRCOLES.....	64
Tabla 36. ULPT - JUEVES	65
Tabla 37. ULPT - VIERNES	65
Tabla 38. OA - LUNES.....	66
Tabla 39. OA - MARTES	67
Tabla 40. OA - MIÉRCOLES	67
Tabla 41. OA - JUEVES	68
Tabla 42. OA - VIERNES.....	68
Tabla 43. Diagrama de Flujo de Procesos de la Línea 1	70
Tabla 44. Diagrama de Flujo de Procesos de la Línea 2	71

Tabla 45. Comparativo Línea 1 Mañana - Tarde	72
Tabla 46. Comparativo Línea 2 Mañana - Tarde	72
Tabla 47. Comparativo Producto Granulado Línea 1 y 2	73
Tabla 48. Listado de Actividades que Causan Para en la Línea	75
Tabla 49. Costos de Factores de Para de Línea.....	77
Tabla 50. Resumen de Reglas de Prioridad - Lunes	78
Tabla 51. Resumen de Reglas de Prioridad - Martes	78
Tabla 52. Resumen de Reglas de Prioridad - Miércoles	78
Tabla 53. Resumen de Reglas de Prioridad - Jueves	79
Tabla 54. Resumen de Reglas de Prioridad - Viernes.....	79
Tabla 55. Comparativo Lunes TOB - Programación Ejecutada	80
Tabla 56. Comparativo Martes TOB - Programación Ejecutada	80
Tabla 57. Comparativo Miércoles TOB - Programación Ejecutada	80
Tabla 58. Comparativo Jueves TOB - Programación Ejecutada.....	80
Tabla 59. Comparativo Viernes TOB - Programación Ejecutada.....	81
Tabla 60. Tabla de Datos de Diagrama de Gantt - Lunes	81
Tabla 61. Tabla de Datos de Diagrama de Gantt - Martes.....	82
Tabla 62. Tabla de Datos de Diagrama de Gantt - Miércoles.....	83
Tabla 63. Tabla de Datos de Diagrama de Gantt - Jueves	84
Tabla 64. Tabla de Datos de Diagrama de Gantt - Viernes	85

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Componentes de las Líneas 1 y 2
Anexo 2. Formatos de Estudio de Métodos y Tiempo
Anexo 3. Planificación de Producción de la Semana Analizada

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas mantienen una necesidad de mejorar sus procesos operativos debido a un crecimiento organizacional, por las exigencias de los clientes o para ser más competitivo en el mercado, y dado a ello adoptan la metodología de la mejora continua con la finalidad de reducir costos y tiempos, minimizar gastos, incrementar la productividad, aumentar la calidad de sus productos o servicios, etc.

La implementación de la metodología de la mejora continua no solo significa realizar análisis de los procesos que intervienen para obtener un producto o servicio final, sino que también en crear conciencia en los trabajadores para tener una actitud más competitiva, por este motivo la presente investigación se acoge a esta metodología para proponer un método más eficiente para la planificación de la producción de una empresa que se dedica a la comercialización de productos agropecuarios, cuyas operaciones se realizan en Ecuabulk, un centro de warehousing and logistic ubicado en el sur de la ciudad de guayaquil.

La planificación es un proceso muy importante en las organizaciones debido a que establece diversas acciones que se realizan de manera metódica y estructurada con el fin de alcanzar los objetivos determinados. Para la realización de una óptima planificación se debe tomar en cuenta todos los factores internos y externos que pueden influir al momento de lograr los objetivos. En este caso, en la planificación de la producción se establece un plan de trabajo dependiendo de la cantidad de pedidos y se debe tener en cuenta los diferentes recursos con la que cuenta la empresa como los recursos humanos, los equipos y maquinarias, la materia prima, la capacidad de producción y la disponibilidad de los materiales.

En cuanto se refiere a la planificación de la producción es importante tener una visualización clara y ordenada desde el inicio de la producción, de modo que así se lograría evitar cualquier tipo de contratiempos o inconvenientes que perjudiquen los resultados esperados. (Rojas Párraga, 2018)

El origen del problema por el cual se llevó a cabo este proyecto era que la empresa contaba con una programación no tan efectiva debido a que al momento de la producción de los pedidos se generaban un aumento de actividades repetitivas y como consecuencia representaba una pérdida de tiempo para comenzar con la producción de otro producto y esto producía que se retrase el despacho.

Este proyecto se lleva a cabo solo en el área de producción cuyo análisis se limita para los sacos de 25 kg y 50 kg que son producidos en las dos líneas que posee la empresa, el objetivo de este proyecto es establecer un método de planificación adecuado para la empresa comercializadora de productos agropecuarios donde se determina la situación actual de la empresa. La siguiente parte es el establecimiento del procedimiento y las condiciones que se deberá seguir para la aplicación del método propuesto.

Para abarcar con la resolución de la problemática suscitada se realizó una investigación descriptiva mediante la recopilación de datos verdaderos donde revela el estado actual de la empresa orientados en el área de producción tales como la capacidad de producción total, la cantidad de sacos diarios, etc., para ello se necesitó realizar un estudio de métodos y un estudio de tiempo.

El estudio de métodos permite conocer cuáles son las actividades que intervienen en el proceso de producción, mientras que el estudio de tiempo es una técnica utilizada para determinar el tiempo necesario para ejecutar cada actividad del proceso de producción tomando en cuenta ciertos factores como la fatiga, las demoras, etc.

Posteriormente con la recopilación de datos se procedió a modelar diferentes situaciones utilizando las reglas de prioridad para compararlas y conocer que programación sería más óptima para la empresa. La última parte del proyecto es el establecimiento del procedimiento y de las condiciones que se deben cumplir para la ejecución del modelo escogido.

Este documento se divide en 4 capítulos, donde en el capítulo I, el problema, se describe la situación actual de la empresa como los recursos humanos y los recursos de equipos y maquinarias con los que cuenta la empresa para poder ejecutar sus actividades, la distribución de las bodegas, los tipos de materia prima que utilizan, la clasificación de los productos terminados y la descripción del proceso general para poder llevar a cabo la producción; en este capítulo también se detalla la problemática con la que la empresa cuenta al momento de planificar la producción. Por último, encontramos la importancia del proyecto, quienes serían sus principales beneficiarios en caso de su implementación y los objetivos generales y específicos.

En el capítulo II, el marco teórico, se desarrolla la teoría fundamental que permite una comprensión detallada y conceptualizada sobre los temas relacionados para la elaboración del proyecto. En el inicio del capítulo se detalla la importancia del producto comercializado por la empresa dentro del ámbito económico, social y productivo del sector agropecuario del Ecuador, el crecimiento que ha tenido este sector a lo largo de los años y no solo en los periodos de auge económico como el boom cacaotero o el bananero, sino que se mantiene en una tendencia creciente y esto se puede demostrar mediante la incidencia que tiene en el PIB Real Agropecuario Ampliado.

La otra parte que conforma el capítulo II son los conceptos relacionados con las herramientas que se utilizaron para el desarrollo del proyecto, el estudio de métodos y el estudio de tiempos fueron las herramientas de gran importancia ya que permitieron conocer la situación actual del proceso de producción de la empresa como también poder determinar los tiempos promedios estándar para la ejecución de cada actividad inmersa en el proceso de producción. La utilización del diagrama de Ishikawa permite un análisis de las principales causas que pueden afectar en la producción, mientras que el diagrama de Gantt controlar el proceso de producción en las líneas. Por último, en

la programación de la producción se determina la importancia de las reglas de prioridad ya que permiten establecer la secuencia de producción de los pedidos.

En la metodología se determina el cómo se va a realizar los diferentes procedimientos para poder obtener información verdadera. La creación de varios formatos para la obtención de la información necesaria de los estudios de métodos y de tiempo; la técnica que se utilizó para conocer cuáles eran las principales causas que afectan a la producción y los pasos que siguieron para poder utilizar las reglas de prioridad. Todos estos procedimientos se encuentran detallados en el capítulo III.

El último capítulo, capítulo IV, se detallan los resultados obtenidos en el estudio de métodos donde se determinan las actividades que participan en el proceso de producción; por parte del estudio de tiempo se determinó el tiempo estándar de las actividades que forman parte del proceso de producción y se obtuvo una comparación si se existía una variación en la producción realizada por la mañana con la producción realizada por la tarde, además se comparó la producción dependiendo el tipo de materia prima. También encontramos el porcentaje de utilización de las líneas y cuáles son las causas que mayor representación porcentual y económicamente afectan al proceso de producción. Por último, se presentan los resultados de cada regla de prioridad donde se analizan los resultados de cada una y se elige la regla más óptima.

Finalmente se plantean las conclusiones que corresponde con el alcance de los objetivos del proyecto y recomendaciones sobre la ejecución de otro proyecto complementario, el cual resultaría de gran importancia para obtener un mayor beneficio para la empresa; también se encuentra la parte de referencia bibliográficas que son las fuentes donde se consiguió la información para el entendimiento y resolución del problema.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

1.1.1.1 RECURSOS HUMANOS

El lugar donde se realizó el proyecto fue en el área de operaciones. En la figura 1 se podrá apreciar el organigrama dentro del área mencionada.

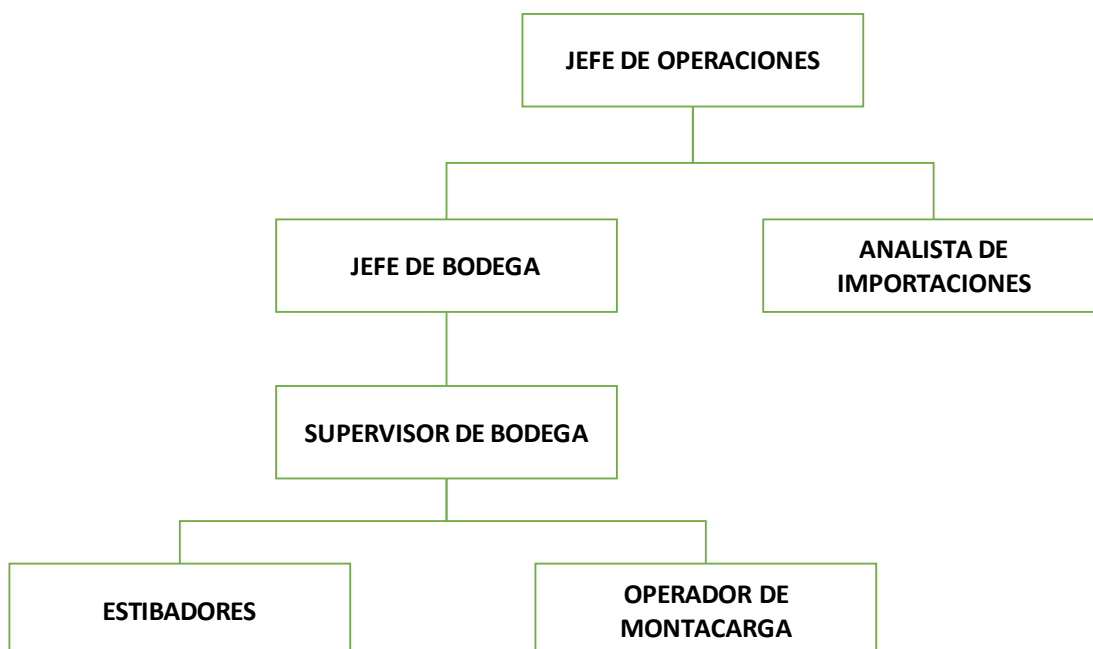


Figura 1. Organigrama de la Empresa

Fuente: Elaboración Propia

La empresa en el área de operaciones netamente cuenta con un total de 17 colaboradores, donde hay un jefe de operaciones, un analista de importaciones, un jefe de bodega, un supervisor de bodega, un operador de montacarga y 12 estibadores. Los estibadores tienen la función de manipular las líneas de producción como el despacho de los productos terminados, además de subcontrata personal para la manipulación de las retroexcavadoras y también personal de estibo.

La jornada laboral es de 8 horas diarias, es decir 40 horas a la semana, la cual empieza a las 8 am y termina a las 17 pm.

1.1.1.2 INFRAESTRUCTURA

La empresa funciona dentro de un centro de warehousing & logistic y cuenta con cinco bodegas donde realizan todas las actividades pertinentes como el almacenamiento de materia prima, realizar la producción y el despacho, además de contar con dos oficinas, una dentro de una bodega y la otra que se encuentra frente a las bodegas, en la figura 2 se puede apreciar el croquis de las bodegas que pertenecen a la empresa.

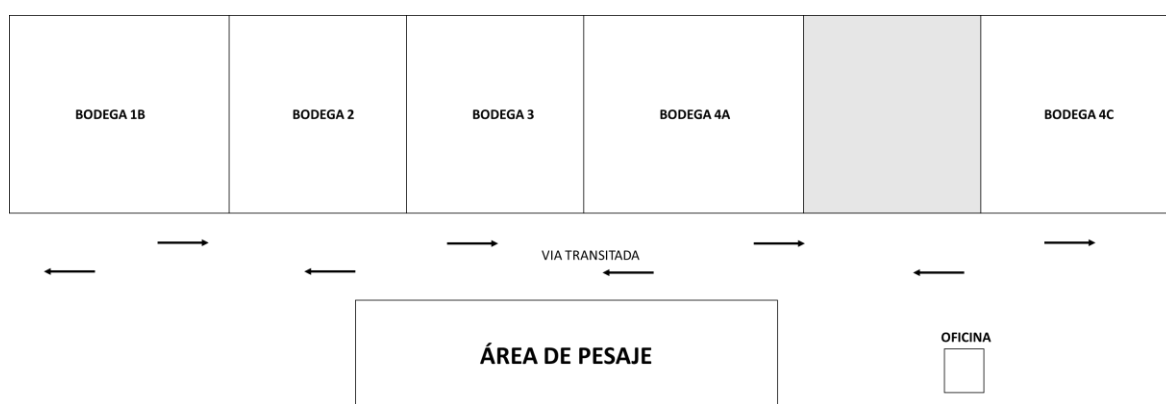


Figura 2. Croquis de las Bodegas

Fuente: Elaboración Propia

La bodega 1B posee un área total de 3000 m² aproximadamente y se encuentra dividida en el área de big bag, área de sacos, tres diferentes tipos de materia prima, una oficina donde se encuentra el jefe de bodega y el supervisor, y una de las líneas de producción. (Ver Figura 3)

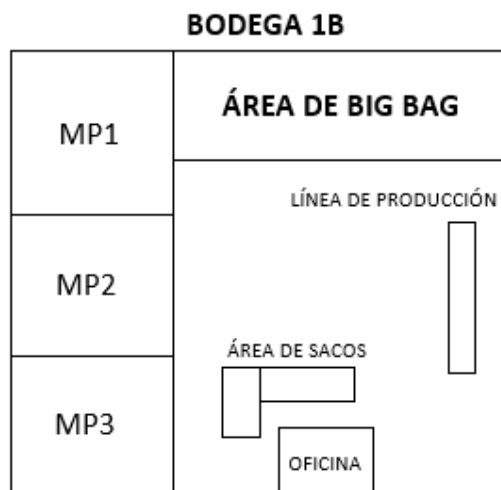


Figura 3. Bodega 1B

Fuente: Elaboración Propia

En la bodega 2 se almacena dos tipos de materia prima, mientras en la bodega 3 se ocupa casi toda su totalidad para el almacenamiento de un solo producto de MP, ambas bodegas poseen unas dimensiones de 1500 m². (Ver Figura 4)

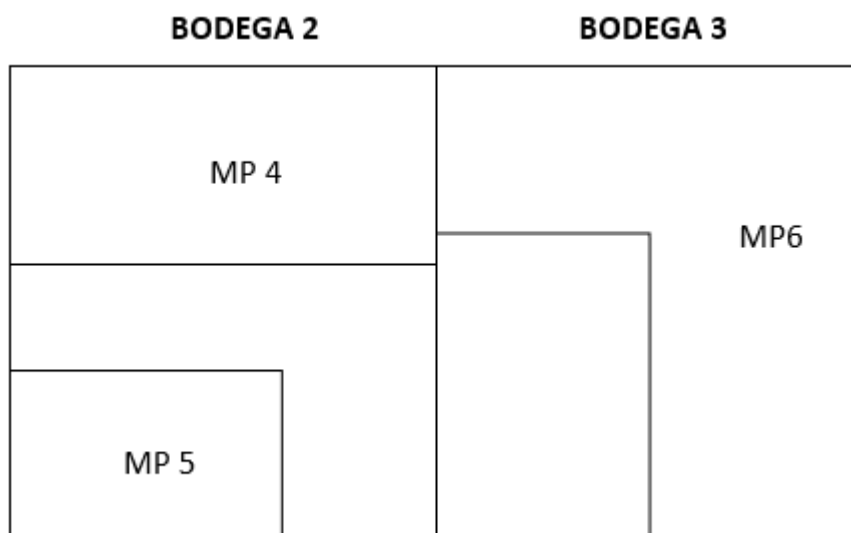


Figura 4. Bodega 2 y 3

Fuente: Elaboración Propia

En la bodega 4A se encuentra la otra línea de producción y también se almacena tres diferentes de MP, posee un área igual a la bodega 1B de 3000 m² aproximadamente. La bodega 4C es utilizada para el almacenamiento de los productos terminados,

también se encuentra un área para los productos no conformes (PNC) y el área de etiquetado, esta bodega tiene una dimensión de 2000 m², frente a estas bodegas esta la oficina donde permanece el jefe de operaciones y el analista de importaciones. (Ver figura 5)

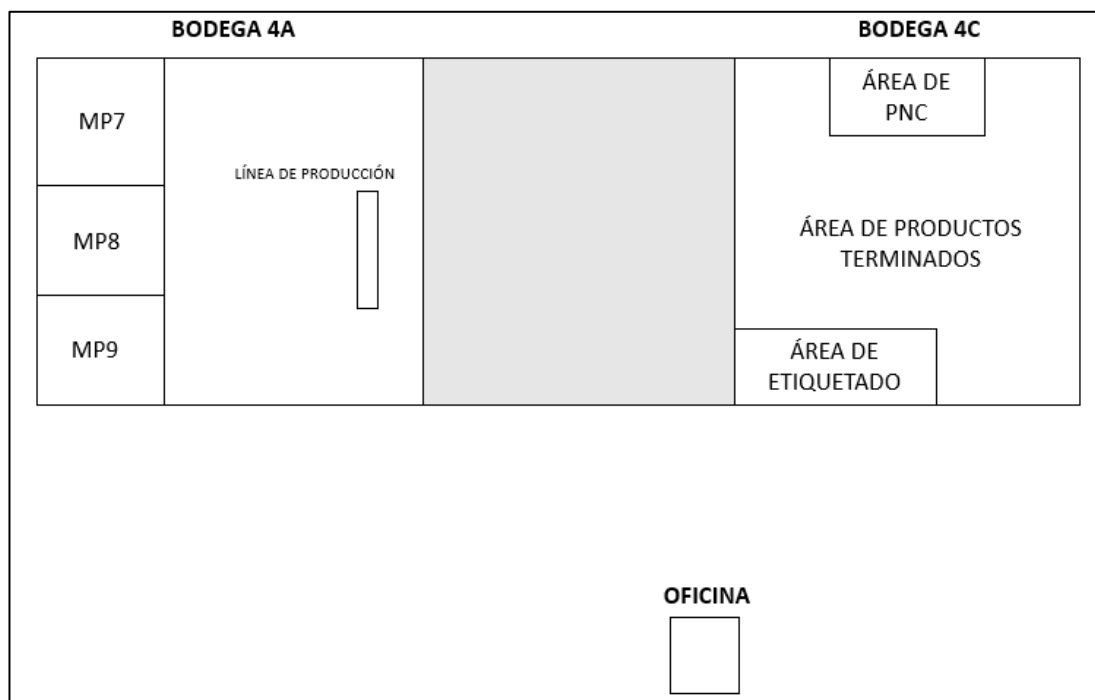


Figura 5. Bodega 4A y 4C

Fuente: Elaboración Propia

1.1.1.3 RECURSOS DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS

La empresa para realizar sus actividades cuentan con una serie de recursos de equipos y maquinarias, poseen dos líneas de producción, tres balanzas, dos codificadoras, un montacarga y dos palas cargadoras, estas últimas son alquiladas.

Las líneas de producción realizan las mismas actividades, llenar los sacos, coserlos y transportar para despacho o almacenamiento; en la línea 1 se ejecuta una actividad más que la línea 2, la cual es cribar cuyo proceso es básicamente cernir el producto antes de llenar los sacos.

Las balanzas son utilizadas para confirmar el peso de los sacos al momento que se está produciendo, es decir que se realiza una pequeña inspección para verificar si el peso está en el margen de error permitido. Las balanzas se encuentran colocadas en cada línea y la restante se la utiliza para verificar el peso de los sacos de 1kg, 16 kg y 20 kg que son realizados en la producción manual. Las codificadoras también se encuentran en cada línea y son las encargadas de imprimir la fecha y el lote del producto.

El montacarga se utiliza para almacenar los big bag y los productos terminados, y para el despacho de los PT paletizados. Las palas cargadoras son utilizadas para abastecer de materia prima en las tolvas de las líneas de producción. La capacidad de las palas son de 2 toneladas y 1,5 toneladas respectivamente.

LINEA 1

La línea 1 (ver figura 6) se encuentra ubicada en la bodega 1B y está constituida por algunos elementos:



Figura 6. Línea 1

Fuente: Elaboración Propia

- 2 tolvas; una se encuentra en el proceso de cribar y la otra está directa para llenar los sacos
- Una criba
- Un transportador vertical; transporta la materia prima cribada hacia la tolva que está directa para llenar los sacos
- Un chimbuco; controlador donde se ajusta el peso de los sacos, también permite el agarre del saco para llenarlo y posteriormente su liberación
- 2 bandas transportadoras; una se encuentra para conectar el chimbuco con la cosedora en el traslado del producto en proceso y la otra para transportar el producto terminado para que sea estibado para el despacho o el almacenamiento.

- Una cosedora

LÍNEA 2

En la bodega 4A se encuentra ubicada la línea 2 (ver figura 7) y se diferencia con la línea 1 por no poseer la actividad de cribar la materia prima, por lo tanto, los elementos que la constituyen son:



Figura 7. Línea 2

Fuente: Elaboración Propia

- Una tolva
- Un chimbuco
- 2 bandas transportadoras
- Una cosedora

En el anexo 1 se puede apreciar de forma más detallada los elementos que conforman cada línea de producción.

1.1.1.4 MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO

La materia prima que se utiliza para realizar el proceso de producción es importada y almacenada en las bodegas de forma al granel y en big bags (ver figura 8). La empresa

importa dos tipos de materia prima granulada (almacenada de forma al granel) y soluble (almacenada tanto de forma al granel como en big bags).



Figura 8. Almacenamiento de MP Al Granel y en Big Bag

Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, después de pasar por todo el proceso de producción se obtiene como resultado el producto terminado, el cual tiene una clasificación determinada por la empresa; los productos normales y los especiales.

Los productos normales son aquellos productos que es común su venta, es decir, que la competencia también vende este tipo de producto.

Los productos especiales son aquellos productos exclusivos que la empresa tiene patentizada la fórmula y solo ellos pueden distribuirlos, entre los productos especiales algunos de ellos son producidos por otra empresa debido a que se necesita realizar mezclas de diferente materia prima según la ficha técnica del producto, los cuales deben pasar por el proceso de cribar, este proceso permite sacar las impurezas de la MP.

1.1.1.5 PROCESO GENERAL DE PRODUCCIÓN

El proceso de producción que la empresa realiza actualmente es determinado por los pedidos de los clientes que recepta el área de ventas, el cual es consolidado y enviado al jefe de bodegas, dentro de esta actividad el jefe de bodegas planifica la producción según el orden del turno de los clientes y como segundo filtro la verificación de la documentación completa que los clientes deben tener para poder realizar la producción.

Después de verificar la documentación se procede a emitir una orden de producción que será entregada al líder de la línea asignada y empieza la producción. En cada línea

de producción se puede producir sacos de 25 Kg como 50 Kg según programación del jefe de bodega, pero por lo general la línea 1 es utilizada para la producción de sacos de 25 kg que son productos especiales y necesitan ser cribados, mientras que en la línea 2 mayormente se la utiliza para la producción de sacos de 50 Kg, todos estos criterios deben ser considerados por el jefe de bodega para realizar la planificación del día de producción y la asignación de las líneas.

La capacidad de producción que tiene la empresa es aproximadamente de 400 toneladas diarias como máximo contando las dos líneas de producción, cuando la producción del día sobrepasa los 280 o 300 toneladas se contrata personal externo para que cumplan la función de estibar.

En la figura 9 se detalla gráficamente los procesos actuales que intervienen para que el jefe de bodega pueda planificar diariamente la producción asignando cargas de trabajos a las líneas tomando en cuenta los diferentes factores que se presentan para obtener una planificación idónea.

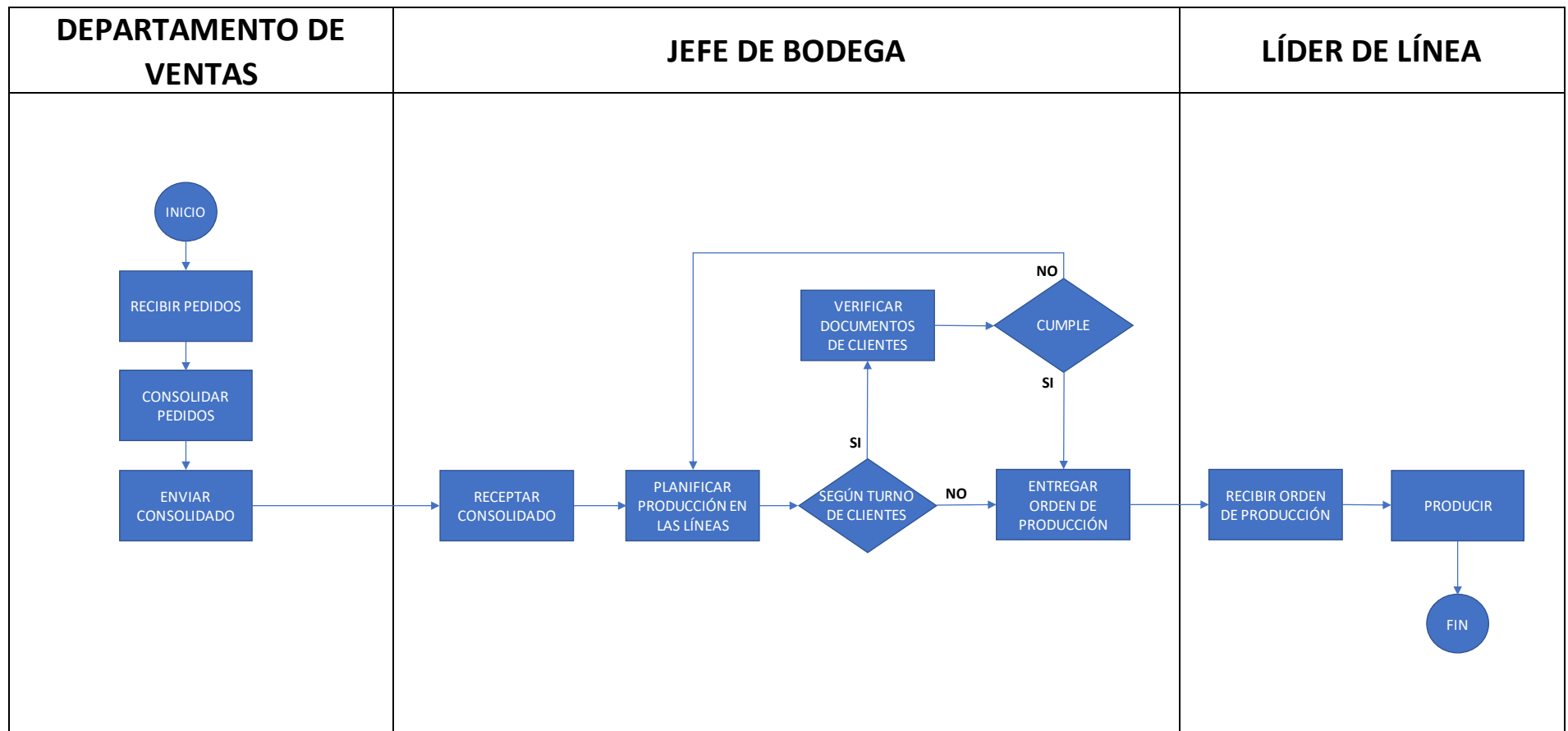


Figura 9. Diagrama de Flujo del Proceso General de Producción

Fuente: Elaboración Propia

1.1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La empresa comercializadora de productos agropecuarios se encarga en la compra-venta de fertilizantes, cuya segmentación del mercado gira en torno a todo el sector agrícola, tanto para fincas, haciendas como para empresa que tiene el mismo giro de negocio.

Para llevar a cabo este tipo de negocio en el enfoque operativo-logístico se tiende a seguir las siguientes etapas las cuales son: recepción y almacenamiento de la materia prima (Productos al granel y Big Bags), donde son almacenados en las diferentes bodegas que esta empresa alquila en un centro de Warehousing & Logistic.

Para el proceso operativo de la producción empieza cuando el personal de ventas envía una matriz donde se conocen todos los pedidos de los clientes con los respectivos productos que se producirán, para cumplir con todos los pedidos, la organización cuenta con dos líneas de producción automatizadas donde se realizan las actividades de ensacar, pesar y coser hasta obtener el producto final, finalmente se mantiene el producto final en un almacenamiento temporal hasta su despacho o directamente es despachado.

En la etapa de producción mediante un periodo de observación y levantamiento de información se observó que existe una oportunidad de mejora, ya que no hay una óptima planificación con respecto a la programación de la producción de modo que genera un aumento de actividades repetitivas durante la jornada laboral de un mismo producto, como consecuencia representa una pérdida de tiempo para la realización de una nueva producción de otro pedido y por ende un aumento en la actividad de limpieza en las líneas, al igual que genera demoras en el despacho del producto final.

1.2 IMPORTANCIA

La realización de un estudio de tiempo nos permitirá determinar cuáles son los tiempos de trabajo estándar con los que cuenta la organización para ejecutar las actividades y mediante estos datos se pueden tomar decisiones para optimizar de mejor manera los tiempos de trabajo; y por medio del estudio de métodos se definirá la situación actual de la empresa.

Por otra parte, el tema fundamental del proyecto es la planificación de la producción, debido al área de estudio la cual está enfocada al desarrollo de los procesos orientados a la producción considerada como el corazón de todos los procesos que intervienen para la creación de un bien, con la ayuda de los datos que se obtendrán en los estudios de métodos y de tiempo permitirá un mejor análisis en la planeación de la capacidad y en la programación de la producción que cuenta la organización.

Para la resolución de este proyecto se considera de gran importancia analizar estos temas debido que permitirá a que la empresa cuente con información actualizada sobre el desempeño de las actividades que se realizan para llevar a cabo la producción, cabe resaltar que la finalidad de este proyecto es de brindar una propuesta para mejorar el proceso de la planificación de la producción y optimizar sus recursos.

En un enfoque directamente a los fertilizantes, producto final que realiza la empresa donde se llevará a cabo el proyecto, tiene una relación directa con el sector agropecuario, debido a la importancia de éstos, la cual le provee los nutrientes necesarios al suelo para la cultivación. En este sector se ha visto que existe una tendencia creciente en la exportación de productos tales como el banano, el cacao, las flores, entre otros; esto conlleva que existe una proporcionalidad en la producción y comercialización de los fertilizantes y a su vez esto hace que las empresas que están en este giro de negocio mejoren en sus procesos para poder satisfacer las necesidades de los clientes.

1.2.1 GRUPO OBJETIVO

La finalidad de este proyecto es brindar una nueva proyección para mejorar el funcionamiento de los procesos para la producción de sacos de fertilizantes mediante la planificación, lo que este estudio analiza es un punto de partida para encontrar oportunidades de mejora.

El beneficio de la implementación de este proyecto que recae en la empresa, en términos generales, es el aumento de la productividad tanto de las líneas de producción como de los operadores, pero directamente al grupo objetivo al cual va dirigido este proyecto son:

Los **operadores**, son los principales beneficiarios ya que se reducirá las actividades que son repetitivas en la producción y así lograr la disminución de la carga de trabajo.

La empresa también se verá beneficiada específicamente en el **área de operaciones** de modo que habrá información actualizada, la cual permite mejorar la planificación tanto del almacenamiento del producto al granel, como en la producción y el despacho de producto terminado.

Como persona pertinente también recae en los **clientes** específicamente los transportistas, de modo que el despacho de los productos terminados será de manera eficiente debido a la agilización de la producción.

Por otra parte, como **estudiante y elaborador de este proyecto** también se obtiene un beneficio, el cual es la adquisición de conocimientos del proceso de planificación de producción de una empresa de fertilizantes y la incorporación de nuevas herramientas como el estudio de tiempo y el estudio de métodos.

También se considera de una manera indirecta a las personas tanto estudiantes universitarios o profesionales que realicen alguna investigación o proyecto, pueden tomar como referencia este tipo de trabajo ya que se analiza una propuesta de mejora para el área de producción.

1.3 DELIMITACIÓN

1.3.1 DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA

El proyecto se llevará a cabo en las bodegas de Ecuabulk, el cual es un centro de Warehousing & Logistic, lugar donde la empresa comercializadora de agropecuarios reside para realizar sus operaciones, esta se encuentra ubicada en la Av. Domingo Comín #511 (Figura 10).

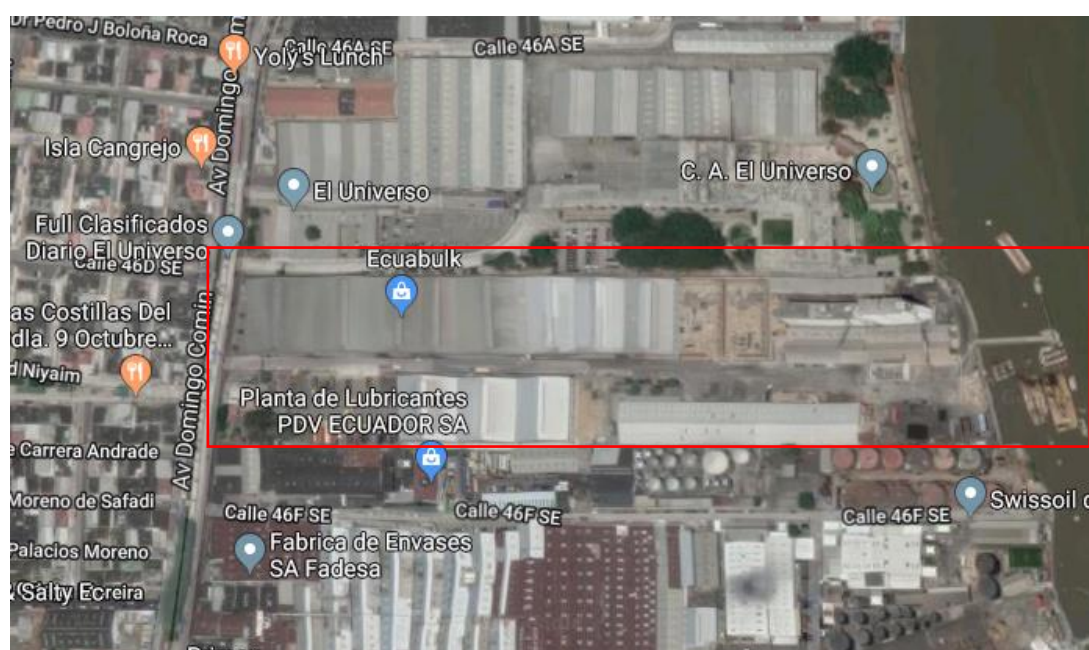


Figura 10. Ubicación Geográfica de la Empresa

Fuente: Google Maps

1.3.2 DELIMITACIÓN SECTORIAL

Debido al giro de negocio de la empresa donde se llevará a cabo este proyecto, el cual se encarga de comercializar productos agropecuarios, se encuentra segmentada directamente en el sector agropecuario, y con respecto a la realización del proyecto dentro de la empresa está enfocado en el área de producción.

1.3.3 DELIMITACIÓN ACADÉMICA

Los conocimientos necesarios para realizar este proyecto son:

- Producción
- Ingeniería de Métodos
- Probabilidad y Estadísticas

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer un método de planificación adecuado para la empresa comercializadora de productos agropecuarios.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la situación de la empresa comercializadora de productos agropecuarios dentro del área de producción.
- Modelar el método propuesto en la planificación de la producción de la empresa comercializadora de productos agropecuarios.
- Establecer los procedimientos y las condiciones a seguir para la aplicación del método propuesto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA EN EL ECUADOR

El giro de negocio al que se realiza el proyecto tiene una gran importancia para el desarrollo agropecuario del país debido a los nutrientes que brindan los fertilizantes al suelo, por ende, mejora la calidad del suelo a nivel nutricional, las plantas obtienen los nutrientes necesarios para estimular su crecimiento y de manera más eficaz y con una mejor calidad obtener los productos finales (las cosechas).

“Dentro del ámbito económico, social y productivo, la agricultura es una de las actividades más relevantes del Ecuador. Su protagonismo se ha observado notablemente durante la historia económica del país, especialmente en los periodos económicos de auge, como son el boom cacaotero y bananero”. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016)

El sector agropecuario ecuatoriano se desarrolló con dinamismo y relevancia dentro de la economía nacional. En la década del 2006-2015, el sector agropecuario y sus productos elaborados (sector agroindustrial) han experimentado un importante crecimiento del 38% en el PIB Real Agropecuario Ampliado. Dentro de este rubro, el sector agroindustrial representó un 37% y el agropecuario un 63%, siendo este último el de mayor peso y relevancia dentro de la economía agropecuaria.

Al desagregar el incremento del sector agropecuario y sus elaborados de la década 2006-2015, las actividades primarias (agricultura, ganadería y pesca) representaron un 22% del crecimiento, mientras que, las actividades secundarias (manufactura y agroindustria) el restante 16%, según lo confirma el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2016).

“En este sentido, los cultivos de bananos, café y cacao fueron las actividades que más aportaron al desarrollo del sector agropecuario”. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016)

En el Ecuador existe una tendencia creciente en la producción agrícola y en el uso de los fertilizantes, esta tendencia la podemos constatar en el 2017, ya que el PIB del sector agrícola de ese año ascendió a unos 8.609 millones de dólares y esto representó aproximadamente un 8,35% del producto interno bruto. A pesar de que en los últimos cuatro años se mantenido constante el PIB agrícola, cabe destacar el crecimiento del 78,85% que ha experimentado desde el año 2007. (ICEX España Exportaciones e Inversiones, 2018)

ICEX España Exportaciones e Inversiones (2018) afirma que con la tendencia creciente que tiene el sector agrícola, el uso de los fertilizantes también ha aumentado

y cabe resaltar que el Ecuador es un país que no produce fertilizantes más bien es un país con una dependencia en las importaciones de estos productos cuyos principales clientes son EE.UU., China y Rusia.

2.2 ESTUDIO DE MÉTODOS

2.2.1 DEFINICIÓN

El estudio de métodos es una investigación crítica y sistemática de las operaciones. El estudio de métodos busca dividir y desglosar la tarea, con el objetivo de entender cómo se ejecuta y posteriormente socializar el método a todos los implicados de la ejecución. Este estudio es la base para mejorar la productividad, probablemente el hecho de describir un método operatorio resulta ser la mejora más importante del estudio. (Cadena Mafla, 2018)

Mientras que la Oficina Internacional de Trabajo (1996) determina que “el estudio de métodos es el registro y exámen crítico sistemáticos de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras”. (Oficina Internacional de Trabajo (OIT), 1996, pág. 19)

El enfoque del estudio de métodos se basa en el cómo se realiza una tarea, en el cual se lleva un registro de la metodología actual o existente para realizar un trabajo, cuyo objetivo fundamental es la aplicación de nuevos métodos sencillos y eficientes con la finalidad de aumentar la productividad.

2.2.2 PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO DE MÉTODOS

De acuerdo con Cadena Mafla (2018), el estudio de métodos cuenta con una serie de pasos, los cuales pretenden realizar un análisis detallado de las actividades con la finalidad de encontrar alternativas que produzcan mejoras en la realización del trabajo, y se mencionan a continuación:

- Selección del trabajo a mejorar
- Registro de las actividades del trabajo
- Análisis de las actividades del trabajo
- Diseño de un método perfeccionado
- Adiestramiento a los operarios con el nuevo método de trabajo
- Implementación del nuevo método de trabajo

2.2.3 CURSOGRAMA

Al momento de seleccionar el trabajo que se va a mejorar, se procederá a registrar los datos de las actividades que intervienen en el trabajo seleccionado, donde una de las técnicas más utilizadas son mediante los cursogramas también llamados diagramas de flujo del proceso, la cual es una herramienta muy útil y mediante una representación gráfica de forma sistemática y secuencial se logra documentar las actividades que se realizan para ejecutar el trabajo.

2.2.3.1 SIMBOLOGÍA DEL CURSOGRAMA

Un cursograma nos permite representar gráficamente un proceso, para los cuales contamos con una simbología para determinar el tipo de actividades que se realizan en el proceso, y según la Oficina Internacional de Trabajo (OIT), 1996, págs. 84 - 86, los símbolos utilizados (Figura 11) para representar las actividades son:



Figura 11. Simbología del Cursograma

Fuente: Oficina Internacional de Trabajo (OIT)

Operación: Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo general, existe una modificación o cambio en el producto, pieza o materia prima, o también cualquier preparación de la actividad que favorezca la terminación del producto final.

Inspección: Indica la inspección de la calidad y/o la verificación de la cantidad. Esta actividad tiene la finalidad de comprobar si la operación se ejecutó correctamente refiriéndose a la calidad y cantidad del producto.

Transporte: Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.

Depósito provisional o espera: Indica demora en el desarrollo de los hechos, es decir un tiempo de espera hacia un evento específico, también es considerado como un tiempo de inactividad.

Almacenamiento Permanente: Indica el depósito de un objeto en un almacén donde se lo entrega mediante alguna forma de autorización.

Niebel & Freivalds, nos detalla que “en ciertas ocasiones, algunos otros simbolos no estándar pueden utilizarse para señalar operaciones administrativas o de papeleo u operaciones combinadas”. (Figura 12)

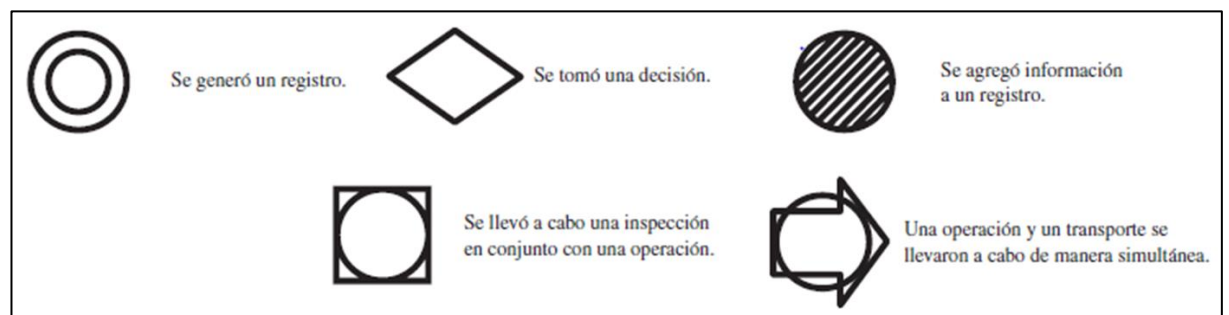


Figura 12. Símbolos de Cursogramas No Estándar

Fuente: Niebel & Freivalds

2.2.3.2 TIPOS DE CURSOGRAMAS

CURSOGRAMA SINÓPTICO

El cursograma sinóptico es un diagrama donde se representa de forma general cómo suceden sólo las principales operaciones e inspecciones.

Este tipo de diagrama es el punto de partida para conocer en su totalidad todas las actividades principales del proceso antes de poder emprender hacia un estudio más detallado.

CURSOGRAMA ANALÍTICO

“El cursograma analítico es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda”. (Niebel & Freivalds, 2009)

Por lo tanto, el cursograma analítico se puede basar en tres opciones:

- **Cursograma del operario**, es un diagrama donde se registra todo lo que hace el trabajador.
- **Cursograma del material**, es un diagrama donde se registra todas las acciones que se le realiza al material, es decir la manipulación o el tratamiento del material.
- **Cursograma del equipo**, es un diagrama donde se registran cómo se utiliza el equipo.

2.3 MEDICIÓN DEL TRABAJO

2.3.1 DEFINICIÓN

Según la Oficina Internacional de Trabajo (OIT) nos define que la medición de trabajo consiste en la aplicación de técnicas cuya finalidad es determinar el tiempo que un trabajador capacitado necesita para la ejecución de una tarea definida según una norma preestablecida.

La medición del trabajo busca como objetivo eliminar o reducir el tiempo improductivo, el cual no agrega ningún valor a la operación; establecer estos tiempos repercute a un mejor análisis para buscar mejoras y como Chase & Jacobs (2014) determina que son necesarios por cuatros motivos:

1. En la programación y asignación de la capacidad del trabajo
2. Ofrece una base objetiva para motivar al personal y para medir su desempeño
3. Permite evaluar cotizaciones de nuevos contratos y el desempeño de los existentes
4. Proporciona puntos de referencias para la mejora continua

2.3.2 TÉCNICAS DE MEDICIÓN DEL TRABAJO

Existen cuatro métodos básicos para medir el trabajo y establecer los tiempos estándares, por ello Chase & Jacobs (2014) nos detalla la división de los métodos (Figura 13), dos métodos son de observación directa y dos métodos de observación indirecta; en los métodos directos se encuentran el estudio de tiempo y el muestreo del trabajo, mientras que en los métodos indirectos se encuentran el STMP (Sistema de datos de Tiempos y Movimientos Predeterminados) y los datos elementales.

La elección de estas técnicas dependen del grado de detalle que se desea y del carácter de la propia labor. Cuando existe un trabajo repetitivo, muy detallado, por lo general se suelen utilizar el estudio de tiempo y el análisis de los datos para tiempos y movimientos que se han preestablecidos. Cuando el trabajo mantiene una uniformidad en el tiempo de procesamiento se suele emplear la técnica de datos elementales. Cuando el trabajo es poco frecuente o demanda de un tiempo extenso dentro del ciclo de procesamiento, la técnica más aconsejable es el muestreo de trabajo.

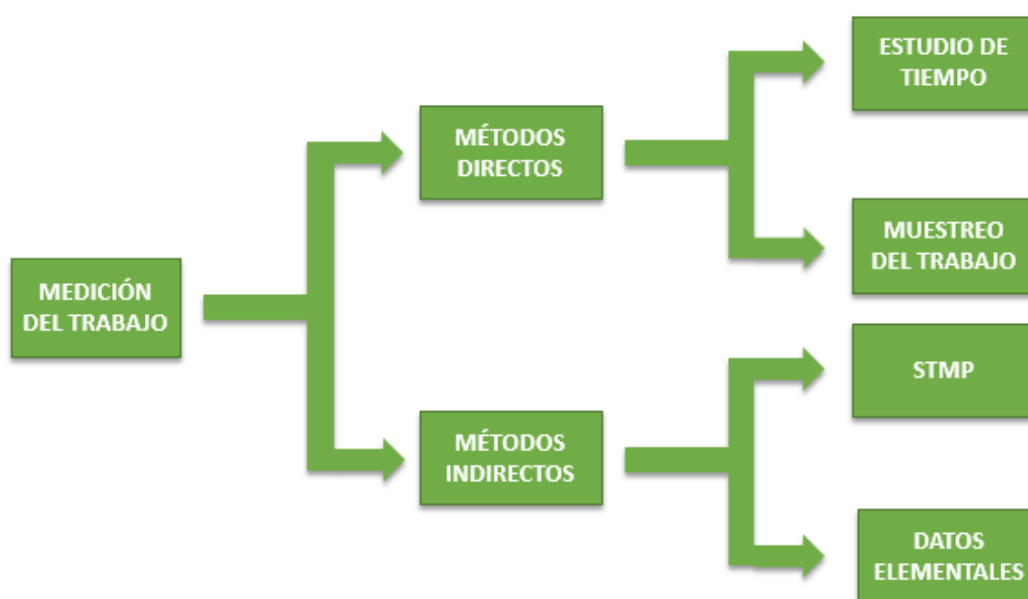


Figura 13. Técnicas de Medición del Trabajo

Fuente: Elaboración Propia

2.3.3 RELACIÓN ENTRE EL ESTUDIO DE MÉTODOS Y LA MEDICIÓN DEL TRABAJO

El estudio de métodos y la medición del trabajo están estrechamente relacionadas, ya que el estudio de métodos es la técnica principal para reducir la cantidad de trabajos,

principalmente eliminando los movimientos innecesarios del material o de los operarios y con la finalidad de sustituir los métodos actuales por otros que sean más efectivos; mientras que la medición del trabajo se relaciona con la investigación, reducción y eliminación de los tiempos improductivos que están asociados en el trabajo, cuyo principal beneficio es el aumento de la productividad, esta relación se la puede apreciar de forma gráfica en la figura 14.

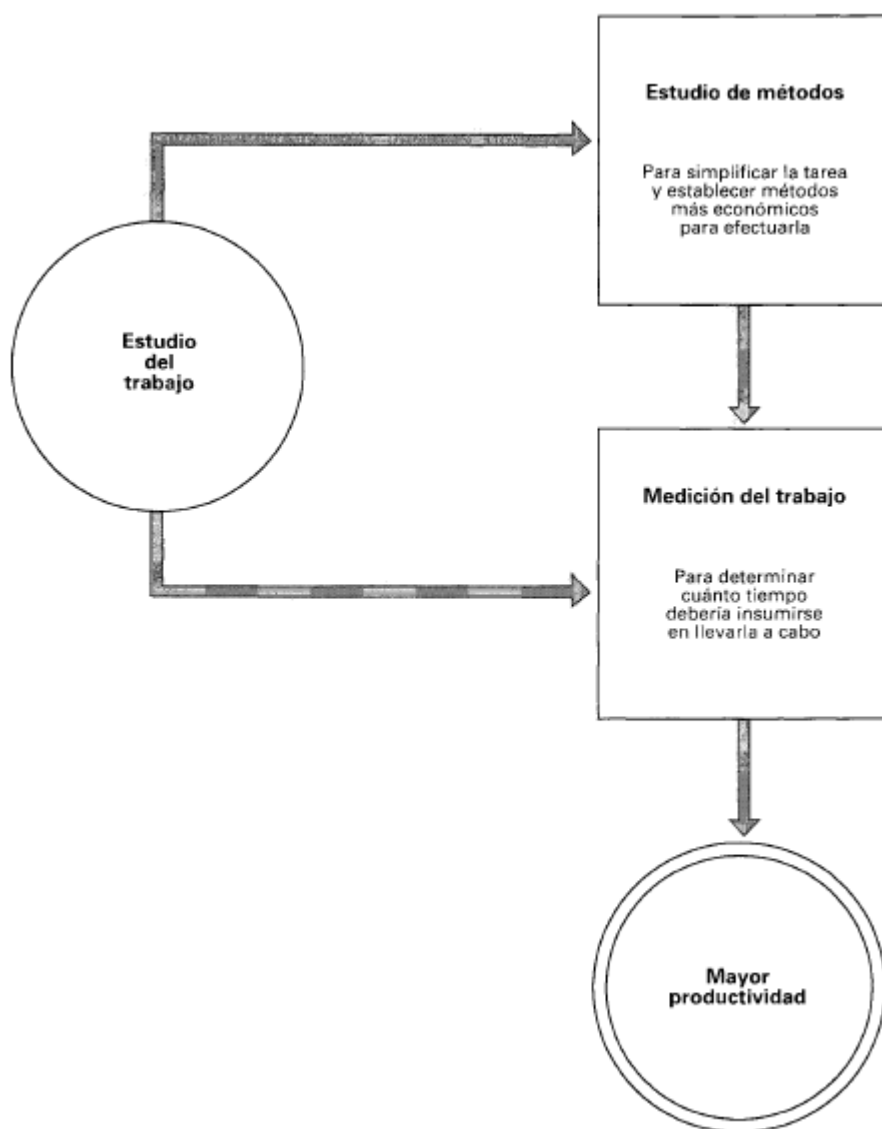


Figura 14. Relación Estudio de Métodos - Medición del Trabajo

Fuente: Oficina Internacional de Trabajo (OIT)

2.4 ESTUDIO DE TIEMPO

2.4.1 DEFINICIÓN

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida. (Oficina Internacional de Trabajo (OIT), 1996)

El estudio de tiempos es una técnica que se utiliza para establecer tiempos estándar en el que se permite realizar distintas actividades, donde se toman en cuenta los retrasos, fatigas y demoras personales los que se presentan en la empresa. Por lo tanto, con el estudio de tiempos se busca generar más en el menor tiempo, también incrementar la eficiencia en cada uno de los puestos de trabajo. (Delgado Villadeza, 2017)

La manera más antigua de hacer un estudio de tiempos es la que requiere del uso de un cronómetro. Esta técnica consiste en que un observador capacitado registre la lectura del cronómetro de las actividades realizadas por un operador calificado de una tarea específica en condiciones normales de proceso. (Ortiz Mera, 2017)

La importancia de llevar un tiempo estándar radica por muchas razones, como permitir conocer con exactitud el tiempo necesario para el realizar un proceso determinado o para producir un producto final, conocer si existen desviaciones respecto al estándar, si el rendimiento de las máquinas son aceptables, comparar si el uso de un método es más efectivo con respecto a otro, entre otros.

2.4.2 MATERIALES FUNDAMENTALES PARA EL ESTUDIO DE TIEMPO

Según Niebel & Freivalds (2009), para realizar un estudio de tiempo los materiales mínimos requeridos que debe poseer la persona a cargo del estudio son:

- Un cronómetro
- Un tablero de estudios de tiempos
- Las formas para el estudio (formatos)
- Una calculadora
- Una videocámara (opcional)

2.4.3 PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO DE TIEMPO

El procedimiento para la realización del estudio de tiempo recae en la secuencia de una serie de ocho pasos como lo determina (Render & Heizer, 2014, pág. 410), y son:

1. Definir la tarea a estudiar
2. Dividir la tarea en elementos precisos
3. Decidir cuántas veces se medirá la tarea
4. Medir el tiempo y registrar los tiempos elementales y las calificaciones de desempeño
5. Calcular el tiempo observado (real) promedio. El tiempo observado promedio es la media aritmética de los tiempos para cada elemento medido, ajustada para la influencia inusual en cada elemento

$$\text{Tiempo observado promedio} = \frac{\text{Suma de los tiempos registrados para realizar cada elemento}}{\text{Número de observaciones}}$$

6. Determinar la calificación del desempeño y después calcular el tiempo normal

$$\text{Tiempo normal} = \text{Tiempo observado promedio} * \text{Factor de calificación del desempeño}$$

7. Sumar los tiempos normales para cada elemento a fin de determinar el tiempo normal de una tarea
8. Calcular el tiempo estándar. Este ajuste al tiempo normal total proporciona las holguras por las necesidades personales, demoras inevitables del trabajo y fatiga del trabajador

$$\text{Tiempo estándar} = \frac{\text{Tiempo normal total}}{1 - \text{Factor de holgura}}$$

2.4.4 MÉTODOS PARA LA TOMA DE TIEMPO

Para el inicio del estudio se debe tomar en cuenta cómo va a hacer la forma que se va a calcular el tiempo con el cronómetro para el registro de la información, y como lo afirma Niebel & Freivalds (2009), se pueden utilizar de dos métodos para el registro de los tiempos durante el estudio, los cuales son, el método de tiempos continuos y el método de regreso a cero.

El **método de tiempos continuos** permite que el cronómetro funcione durante todo transcurso del estudio. En este método, la persona que realiza el estudio toma el tiempo

del cronómetro en el momento de quiebre de cada elemento y deja que el tiempo siga corriendo, se mantiene así hasta finalizar el estudio en esa actividad.

El **método de regreso a cero** permite reiniciar el cronómetro a cero cuando finalice el punto de quiebre de cada elemento, es decir que la persona toma el tiempo de cada elemento hasta su punto de quiebre y al momento que comienza otro elemento, este empezará desde cero.

2.4.5 CALIFICACIÓN DE DESEMPEÑO

La calificación de desempeño es la valoración que se da a los operarios al momento de ejecutar una tarea, esta valoración está basada en el ritmo de trabajo, en el esfuerzo físico del operario y en la experiencia para realizar la tarea, por lo tanto, la calificación del desempeño es probablemente el paso más importante de la medición de trabajo debido al criterio que se debe tener el analista al momento de realizar la valoración, por ello solo debe hacerse durante la toma de tiempo de las muestras. (Niebel & Freivalds, 2009, págs. 355-357)

Para la valoración del desempeño de los operadores, el analista cuenta con varias técnicas para calificar entre ellas se encuentran la calificación de la velocidad, el sistema Westinghouse, la calificación sintética, la calificación objetiva, las escalas de valoración y la norma británica. (Vásquez Rojas, 2017)

2.4.5.1 CALIFICACIÓN DE LA VELOCIDAD

La calificación de la velocidad es un método para determinar la calificación del desempeño de los operadores donde considera el ritmo de trabajo por unidad de tiempo, aquí se compara la eficacia de un operador bajo el concepto de un operador calificado que realiza el mismo trabajo asignando un porcentaje para indicar la razón del desempeño observado sobre el desempeño estándar.

En la calificación de la velocidad se debe determinar primero si la valoración de desempeño está por arriba o por debajo de lo normal, donde comúnmente el 100% es lo normal. Si una calificación es de 110%, esto indica que el operario ejecutó su actividad con una velocidad 10% mayor que lo normal, y si existe una calificación de 90% significa que la velocidad con la que el operario realizó la actividad fue 10% menor que lo normal. Para los analistas nuevos existe una tabla (ver tabla 1) que usarla como guía para desarrollar un modelo mental inicial sugerida por Presgrave en 1957 analizando dos tareas; caminar 3 millas/hora y repartir un juego de 52 cartas en cuatro montones iguales en medio minuto. (Niebel & Freivalds, 2009, págs. 357-358)

Tabla 1. Guía para Calificar la Velocidad

Calificación	Puntos ancla verbales	Velocidad de caminata (mi/h)	Cartas repartidas cada 1/2 minuto
0	Sin actividad	0	0
67	Muy lento, torpe	2	35
100	Estable, deliberado	3	52
133	Activo, negociante	4	69
167	Muy rápido, alto grado de destreza	5	87
200	Límite superior por un periodo corto	6	104

Fuente: Niebel & Freivalds, 2009, pág. 358

2.4.5.2 SISTEMA WESTINGHOUSE

El sistema westinghouse fue desarrollado por Westinghouse Electric Corporation, específicamente por Lowry, Maynard y Stegemerten en 1940. Este sistema considera cuatro factores para evaluar el desempeño de los operarios, los cuales son: la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia.

Este sistema define a la habilidad como la destreza para seguir un método dado y después la relaciona como la experiencia que tiene el operario para la coordinación entre la mente con las manos. (Ver tabla 2)

Tabla 2. Sistema Westinghouse para Calificar la Habilidad

+0.15	A1	Superior
+0.13	A2	Superior
+0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena
+0.03	C2	Buena
0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Mala
-0.22	F2	Mala

Fuente: Niebel & Freivalds, 2009, pág. 359

El sistema define al esfuerzo como la demostración de la voluntad para trabajar de manera eficaz, es decir representa la velocidad con la que se aplica la habilidad. (Ver tabla 3)

Tabla 3. Sistema Westinghouse para Calificar el Esfuerzo

+0.13	A1	Excesivo
+0.12	A2	Excesivo
+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.05	C1	Bueno
+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.04	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable
-0.12	F1	Malo
-0.17	F2	Malo

Fuente: Niebel & Freivalds, 2009, pág. 359

Las condiciones que se consideran para determinar la calificación del desempeño son las que afectan directamente al operario más no a la operación, se incluye la temperatura, la ventilación, la luz y el ruido. (Ver tabla 4)

Tabla 4. Sistema Westinghouse para Calificar las Condiciones

+0.06	A	Ideal
+0.04	B	Excelente
+0.02	C	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable
-0.07	F	Malo

Fuente: Niebel & Freivalds, 2009, pág. 359

El último factor que se determina es la consistencia del operario para realiza el trabajo, este factor debe evaluarse mientras se ejecuta el trabajo, en la tabla 5 se resumen estos valores. Una vez que se evalúan los factores se procede a realizar una sumatoria de los mismos y al total se le adiciona una unidad para determinar la calificación de desempeño. (Niebel & Freivalds, 2009, págs. 358-360)

Tabla 5. Sistema Westinghouse para Calificar la Consistencia

+0.04	A	Perfecta
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Mala

Fuente: Niebel & Freivalds, 2009, pág. 360

2.4.5.3 CALIFICACIÓN SINTÉTICA

La calificación sintética fue elaborado por Morrow en 1946, cuyo método de calificación no se base en la observación directa en los estudios de tiempo. Este método consiste en determinar un factor de desempeño mediante la comparación de los tiempos observados en la toma de tiempos con los tiempos que se han obtenidos a través de los datos de movimiento fundamental. (Niebel & Freivalds, 2009, pág. 360)

La fórmula que se utiliza para el cálculo es la siguiente:

$$P = \frac{F_t}{O}$$

Donde:

P= Factor de desempeño

F_t=Tiempo del movimiento elemental

O= Tiempo elemental medio observado para los elementos usados en F_t

2.4.5.4 CALIFICACIÓN OBJETIVA

Fue desarrollado por Mundel y Danner en 1944, este método elimina la dificultad al momento de establecer un ritmo de trabajo normal para cualquier actividad. El procedimiento de la calificación objetiva se basa en el establecimiento de una sola asignación de trabajo, la cual se va a comparar el ritmo de trabajo con las demás tareas, y la otra parte será determinar un factor que indique su dificultad relativa.

Las partes del cuerpo que se usa, los pedales, la bimanualidad, la coordinación ojo-mano, las necesidades de manejo o sensoriales y el peso manejado o resistencia son los factores que influyen en la determinación de la dificultad relativa.

Después de haber asignado la valoración numérica a los seis factores de la dificultad relativa, estos se proceden a sumar para encontrar el factor de dificultad de ajuste del trabajo. Por lo tanto, para hallar la calificación de desempeño se utiliza la siguiente fórmula: (Niebel & Freivalds, 2009, págs. 361-362)

$$C = P * D$$

Donde:

C: es la calificación de desempeño

P: el factor de calificación de paso

D: el factor de dificultad de ajuste del trabajo

2.4.5.5 ESCALAS DE VALORACIÓN Y LA NORMA BRITÁNICA

Para poder realizar una comparación del ritmo de trabajo observado con el ritmo tipo (ritmo normal de trabajo de un obrero calificado) se crearon ciertas escalas numéricas con el objetivo de brindar una valoración para el cálculo del tiempo normal.

Existen varias escalas de valoración, pero las más utilizadas son la 100-133, la 60-80, la 75-100 y la norma británica 0-100. En las tres primeras escalas, el valor más bajo atribuye al ritmo de trabajo de un operario retribuido por tiempo, mientras que el valor más elevado es el ritmo tipo, el valor más alto siempre será un tercio más que el valor más bajo. En la norma británica 0-100, 0 representa la actividad nula y 100 al ritmo tipo, en la tabla 6 se observa las principales escalas de valoración.

Tabla 6. Principales Escalas de Valoración

Escalas				Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable ¹	
60-80	75-100	100-133	0-100 (norma británica)		(mi/h)	(km/h)
0	0	0	0	Actividad nula		
40	50	67	50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	2	3,2
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan	3	4,8
80	100	133	100 (Ritmo tipo)	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	4	6,4
100	125	167	125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio	5	8,0
120	150	200	150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de «virtuoso», sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes	6	9,6

Fuente: Oficina Internacional de Trabajo (OIT)

2.4.6 SUPLEMENTOS DE HOLGURA

Los suplementos de holgura son tiempos adicionales que se considera para poder determinar una estandarización de los tiempos, en el tiempo normal no se incluye ningún tipo de demoras, interrupciones, etc. Por lo tanto, la importancia de realizar estos ajustes para poder compensar dichas pérdidas de tiempo. Los suplementos se aplican en tres partes del estudio:

- 1) Al tiempo de ciclo total
- 2) Al tiempo de máquina
- 3) Al tiempo del esfuerzo manual

Las holguras que corresponde al tiempo del ciclo total compensan las demoras como las necesidades personales, la limpieza de la estación de trabajo y la lubricación de la máquina. En las holguras del tiempo de la máquina corresponden el mantenimiento de las herramientas y la varianza en la energía, mientras que en las holguras del esfuerzo manual se consideran las fatigas y ciertas demoras inevitables.

En la figura 15 se esquematiza el orden de los diferentes tipos de holguras de acuerdo con su función. En la división se puede observar una división entre las holguras por fatiga contra las holguras especiales.

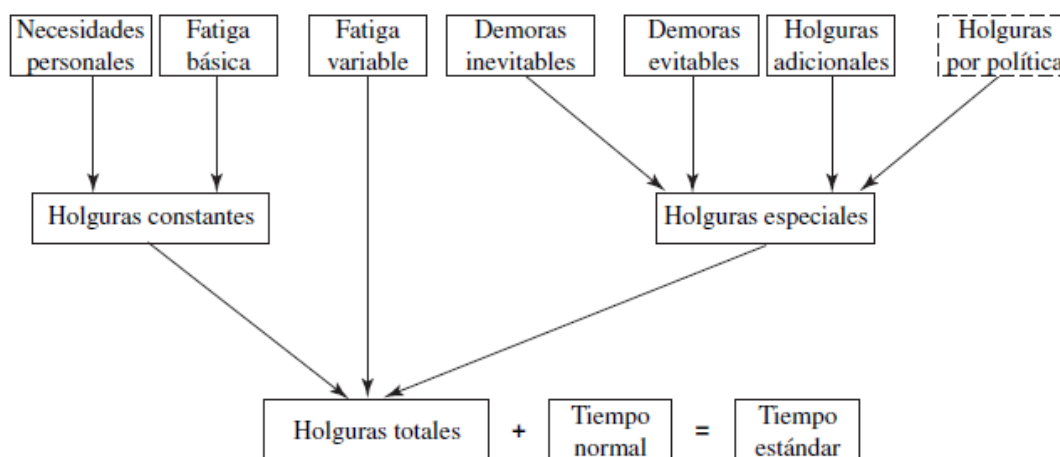


Figura 15. Clasificación de los Tipos de Holguras

Fuente: Niebel & Freivalds, 2009, pág. 367

Las holguras por fatiga se dividen en fatigas básicas y variables, y como su nombre indica es el tiempo de recuperación de la fatiga producida por la tarea o por el entorno de trabajo que tiene los operadores.

Las holguras especiales son todos los factores que tienen una relación directa con el proceso, el equipo y los materiales, a todos estos factores se los denominan como demoras y las cuales están clasificadas como inevitables, evitables, adicionales y por política. (Niebel & Freivalds, 2009, págs. 366-367)

En la tabla 7 se puede observar los valores referenciales para determinar los suplementos y holguras los cuales son recomendados por la Oficina Internacional de Trabajo (OIT).

Tabla 7. Porcentajes de los Suplementos por Descanso

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES					
	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades personales	5	7			
B. Suplemento base por fatiga	4	4			

2. SUPLEMENTOS VARIABLES					
	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4		4	45
B. Suplemento por postura anormal				2	100
Ligeramente incómoda	0	1	F. Concentración intensa		
incómoda (inclinado)	2	3	Trabajos de cierta precisión	0	0
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Peso levantado [kg]			G. Ruido		
2,5	0	1	Continuo	0	0
5	1	2	Intermitente y fuerte	2	2
10	3	4	Intermitente y muy fuerte	5	5
25		20	Estridente y fuerte		
35,5	22	máx	H. Tensión mental		
D. Mala iluminación			Proceso bastante complejo	1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Bastante por debajo	2	2	Muy complejo	8	8
Absolutamente insuficiente	5	5	I. Monotonía		
E. Condiciones atmosféricas			Trabajo algo monótono	0	0
Índice de enfriamiento Kata			Trabajo bastante monótono	1	1
16		0	Trabajo muy monótono	4	4
8		10	J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo bastante aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: Oficina Internacional de Trabajo (OIT)

2.5 PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Es una actividad en la cual consiste en la cual se especifican planes y horarios de la producción, la cual está en función de la planificación de la producción, donde se prioriza la operación que se realizará, y así se determina el inicio y el fin de la producción. En otras palabras, se puede determinar como un calendario de las actividades que se van a realizar con el fin de aprovechar los recursos de la organización para lograr un bien.

2.5.1 IMPORTANCIA DE LA PROGRAMACIÓN A CORTO PLAZO

Las empresas manufactureras hacen programas para que los recursos con los que cuentan se acomoden a las demandas que los clientes solicitan, la cual se enfoca en el procesamiento de un bien sobre una base de justo a tiempo, y así, tener un proceso con poco trabajo, con bajos tiempos de preparación y con una alta utilización de las instalaciones.

Según (Render & Heizer, 2014, pág. 590), la importancia estratégica de la programación es clara:

- La programación efectiva interna implica un movimiento más rápido de bienes y servicios a través de una instalación y un mayor uso de los activos. El resultado es una mayor capacidad por dinero invertido, lo que se traduce en costos más bajos.
- La buena programación externa proporciona una producción más rápida, una mayor flexibilidad y una entrega confiable, lo que mejora el servicio al cliente.

2.5.2 FACTORES DE PROGRAMACIÓN

El objetivo de la programación es la asignación y priorización de los recursos con respecto a las demandas, ya sea generada por una pronosticación de la producción o estén bajo pedido de los clientes. Como señala Render & Heizer (2014) en la programación hay tres factores significativos:

1. Tipo de programación, puede ser hacia delante o hacia atrás
2. Carga finita e infinita
3. Criterios de programación

2.5.2.1 TIPOS DE PROGRAMACIÓN

La programación hacia delante se refiere a la situación en donde se toma el pedido y se inicia la programación de las actividades que forman parte de la operación hasta completarla de manera oportuna, en este tipo de programación los trabajos se realizan en base a los pedidos de los clientes y la entrega se programa en la fecha más próxima a culminar.

En la programación hacia atrás se refiere a la situación donde se inicia con la fecha de entrega y después se programa una a una las actividades que forman parte de la operación de manera inversa, el inicio de las operaciones está en función a una fecha específica de entrega, en entornos manufactureros como de servicios utilizan esta programación.

2.5.2.2 *CARGA FINITA E INFINITA*

En un enfoque de carga finita se programa al detalle todo recurso en los tiempos de preparación y corrida por cada pedido. En esencia, el sistema determina con exactitud qué se hará con cada recurso en todo momento de la jornada de trabajo. Si una operación se demora por falta de componentes, el pedido permanece en la fila hasta que una operación previa permite disponer del componente. En teoría, todos los programas son viables cuando se trabajan con cargas finitas. (Chase & Jacobs, 2014, pág. 625)

Las técnicas que cargan trabajo sin tomar en cuenta la capacidad del proceso son de carga infinita. Se asigna todo el trabajo que debe realizarse en un periodo determinado, la ventaja de esta carga es un programa inicial que cumple con las fechas de entrega. Por supuesto, cuando la carga de trabajo supere la capacidad, será necesario ajustar la capacidad o el programa. (Render & Heizer, 2014, pág. 592)

2.5.2.3 *CRITERIOS DE PROGRAMACIÓN*

Para realizar una técnica correcta de programación no solo depende del volumen de los pedidos, de la forma como se ejecutan las operaciones y de la dificultad de los trabajos, también existe cuatro criterios que (Render & Heizer, 2014, págs. 592-593) describe:

1. Disminuir al mínimo el tiempo de terminación
2. Incrementar al máximo la utilización
3. Disminuir al mínimo el inventario de trabajo en proceso (WIP)
4. Disminuir al mínimo el tiempo de espera del cliente

2.6 **CARGAS DE TRABAJO**

Las cargas de trabajo es la asignación de los trabajos a los centros de modo que se disminuyan al mínimo los costos, los tiempos de ocios o los tiempos de terminación. Existen dos formas de asignar las cargas a los centros de trabajos, la primera tiene una orientación a la perspectiva de la capacidad, mientras que la otra se enfoca a la asignación de tareas específicas a los centros específicos.

2.7 SECUENCIAS DE TRABAJO

Después de analizar cómo se van a cargar los centros de trabajos se procede a determinar el orden en que se ejecutarán mediante las reglas de prioridad. Estas reglas solo son aplicables a las instalaciones que estén orientadas al proceso los cuales son sistemas de alta variedad y bajo volumen, por lo general se encuentran las organizaciones manufactureras y en las de servicios donde la producción depende de los pedidos de los clientes.

La finalidad de las reglas de prioridad tal como señala Render & Heizer (2014) “intentan disminuir al mínimo el tiempo de terminación, el número de trabajos en el sistema, y el retraso de los trabajadores, al mismo tiempo que incrementan al máximo la utilización de las instalaciones”. (Render & Heizer, 2014, pág. 599)

Según Chase (2014), detalla ocho reglas de prioridades más comunes, mientras que Heizer (2014), señala cinco reglas, por lo tanto haciendo una comparación entre estas reglas tienen el mismo concepto.

A continuación, se detallan ocho reglas de prioridad más comunes:

1. PEPT (Primero en entrar, primero en trabajarse), los pedidos se ejecutan según el orden de llegada al departamento.
2. TOB (Tiempo de operación más breve), se ejecuta primero el trabajo que tenga un tiempo de terminación más breve, luego por la siguiente más breve, así sucesivamente.
3. PPP (Primero el plazo más próximo), se realiza el pedido que tenga una fecha de caducidad más próxima.
4. TOR (Tiempo ocioso restante), se calcula como el tiempo que queda antes de que se venza el plazo menos el tiempo restante de procesamiento. Los pedidos con menor tiempo ocioso restante se ejecuta primero.

$$\text{TOR} = \text{Tiempo restante antes de la fecha de vencimiento} - \text{tiempo de procesamiento restante}$$

5. TOR/PO (Tiempo ocioso restante por operación), se realizan primero los pedidos que tengan el menor tiempo ocioso por el número de operaciones.

$$\text{TOR/PO} = \text{TOR} / \text{Número de operaciones restantes}$$

6. ULPT (Último en llegar, primero en trabajarse), esta regla se aplica a menudo automáticamente. Cuando llegan los pedidos, por rutina se colocan arriba de la pila; el operador toma primero el que esté más alto.
7. Orden aleatorio, se escoge aleatoriamente la ejecución de los pedidos.
8. RC (Razón Crítica)

2.7.1 RAZÓN CRÍTICA

La razón crítica, a diferencia de las demás reglas de prioridad, tiende a arrojar mejores resultados, es dinámica y posee una facilidad para actualizarla. La RC es un índice numérico cuyo cálculo se realiza dividiendo el tiempo que falta para la fecha de entrega entre el tiempo de trabajo que falta.

$$RC = \frac{\text{Tiempo restante}}{\text{Días de trabajo restantes}} = \frac{\text{Fecha de entrega} - \text{Fecha actual}}{\text{Tiempo de trabajo (entrega) restante}}$$

La razón crítica da prioridad a los trabajos que se deben realizar para cumplir con el programa de envíos. Un trabajo con una razón crítica baja (menor que 1.0) está atrasado con respecto al programa. Si la RC es exactamente de 1.0, el trabajo está a tiempo. Una RC superior a 1.0 significa que el trabajo va adelantado y que tiene cierta holgura. (Render & Heizer, 2014, pág. 602)

2.8 HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS Y CONTROL

2.8.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA / CAUSA-EFECTO

El diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de causa-efecto o diagrama de espina de pescado, esta última se debe a su gran parecido al esqueleto del pescado; fue desarrollado por el japonés Kauro Ishikawa mientras se encontraba trabajando en un proyecto de control de calidad para Kawasaki Steel Company a principio de los años cincuenta, cuyo método consiste en definir las principales causas potenciales que generan la aparición de un evento o problema no deseado.

“Por lo general, las principales causas se subdividen en cinco o seis categorías, las cuales son: humanas, de las máquinas, de los métodos, de los materiales, del medio ambiente y administrativas” (ver figura 16). (Nieber & Freivalds, 2009, pág. 19)

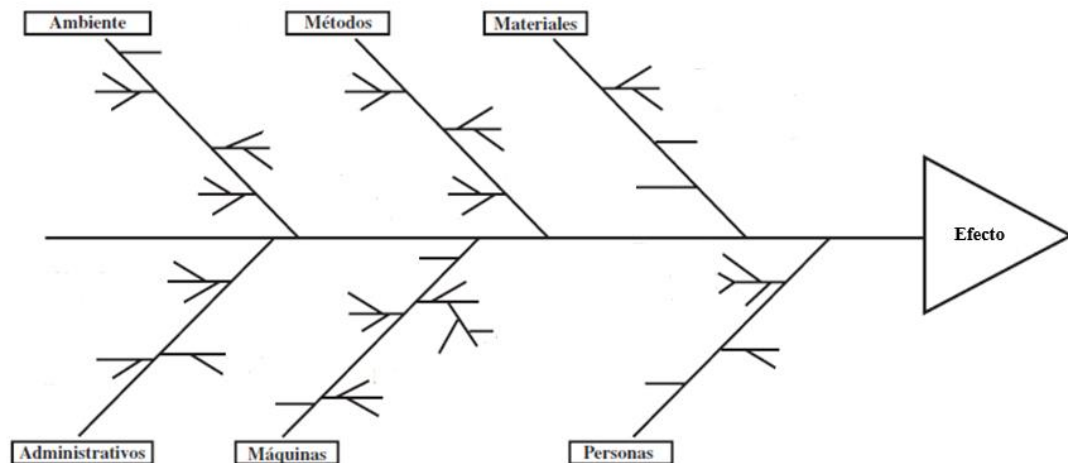


Figura 16. Diagrama de Ishikawa según Niebel

Fuente: Libro de Niebel & Freivalds

Por otra parte, Render & Heizer (2014) categoriza a las causas en un grupo llamado las cuatro M, las cuales están conformado por: el material, la mano de obra, la maquinaria y el método (ver figura 17).

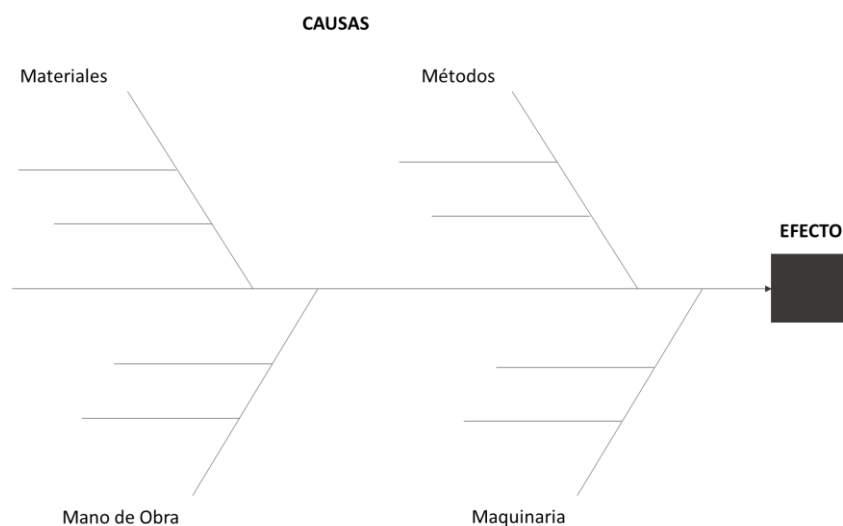


Figura 17. Diagrama de Ishikawa según Render & Heizer

Fuente: Elaboración Propia

Esta herramienta se la puede utilizar para analizar cualquier tipo de proceso dentro de una empresa debido a su estructura genérica y no olvidar que el correcto funcionamiento de este diagrama conlleva a una mejora de la situación actual y por

eso el equipo debe tener el suficiente conocimiento sobre el problema que se quiere resolver. (Valverde Vargas, 2016)

2.8.2 DIAGRAMA DE GANTT

El diagrama de Gantt es una herramienta utilizada para determinar las cargas de trabajos y la programación de las operaciones. Esta técnica fue desarrollada por Henry Gantt, al cual se debe su nombre, a finales del siglo XIX. (Render & Heizer, 2014, pág. 595)

El diagrama de Gantt cuando se utiliza para determinar las cargas, se detalla las actividades que se realizarán, al igual que los tiempos de ocios, ya sea de varios departamentos, máquinas o instalaciones (Ver figura 18). En este tipo de gráficas cuentan con una limitante importante, el cual es que no se considera la variabilidad de la producción, sucesos inesperados o cualquier tipo de falla humana, por lo tanto, se debe mantener en una constante actualización para que refleje las estimaciones de tiempos calculadas para los nuevos trabajos.



Figura 18. Diagrama de Gantt de Carga

Fuente: Render & Heizer

Por otro lado, los diagramas de Gantt que son utilizados para la programación son empleados para controlar el progreso de los trabajos previamente planificados y también para proyectar los demás trabajos que están a continuación. La finalidad de estos gráficos es la de indicar si los trabajos se están ejecutando a tiempo, cuales están adelantados o atrasados. En la figura 19 se podrá encontrar un ejemplo de este tipo de gráficas y la simbología que utiliza.

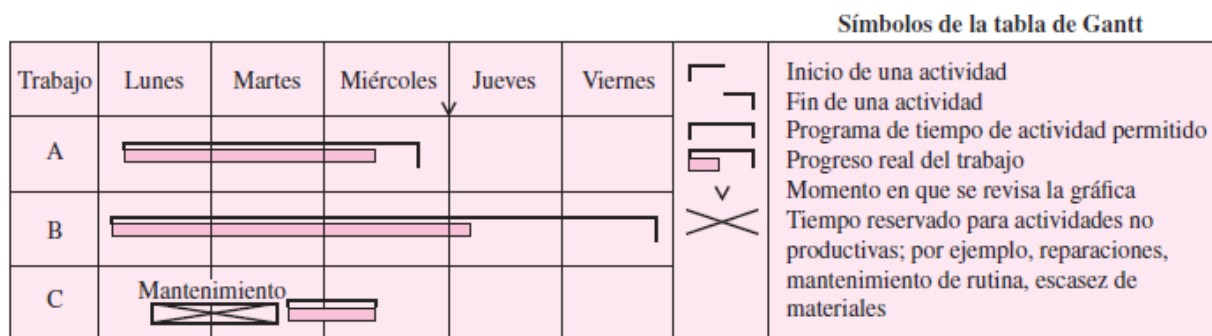


Figura 19. Diagrama de Gantt de Programación y Simbología

Fuente: Chase & Jacobs

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

La metodología que se aplicó para la realización de este proyecto se dividió en dos partes:

- Levantamiento de información
- Análisis de los datos recopilados

En el levantamiento de información se utilizó ciertas técnicas de estudios que eran de gran importancia para el progreso del proyecto, las técnicas que se utilizó fueron: el estudio de métodos y el estudio de tiempo; con el estudio de método se determinó las actividades actuales que intervienen en el proceso de producción, mientras con el estudio de tiempos se determinó y se estandarizó los tiempos para la ejecución de las actividades.

También se determinó la productividad de la línea de producción, durante una semana laboral en su jornada completa de trabajo (8 horas), esta fase tuvo una gran importancia ya que nos permitió identificar las restricciones que tienen cada línea de producción, la fórmula que usada para el cálculo de la productividad es:

$$Productividad = \frac{\sum(Tiempo Productivo de la Línea de Producción)}{Tiempo Total del Tiempo Observado}$$

Σ (Tiempo Productivo de la Línea de Producción): Es la sumatoria de todas las horas que la línea está trabajando durante la jornada laboral durante la semana.

Tiempo Total del Tiempo Observado: Es el tiempo de todas las horas de la jornada laboral durante la semana de trabajo.

Jornada Laboral: Tiene una duración de 8 horas.

Semana Laboral: Tiene una duración de 5 jornadas laborales o días.

La siguiente parte del proyecto fue el análisis de la información recopilada, donde se plasmó un nuevo método de planificación acorde a la información actual de la empresa, se estableció los procedimientos y condiciones que se deberán seguir para la aplicación de una nueva programación de producción tomando en cuenta los recursos de la empresa y para poder controlar la producción de los diferentes pedidos en las líneas se aplicó los diagramas de Gantt, mediante el uso de estas herramientas y de los

procedimientos y condiciones propuestos se espera lograr aumentar la productividad de las líneas y como acción complementaria mejorar la calidad de servicio en el despacho.

3.1 APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE MÉTODOS

3.1.1 PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL ESTUDIO DE MÉTODOS

La importancia de la aplicación del estudio de métodos era para determinar la situación actual de la empresa con respecto al proceso de producción donde se conoció al detalle las actividades involucradas, por lo tanto, el procedimiento que se siguió fue la siguiente:

- La selección del trabajo que se quiere mejorar fue el primer paso por seguir en el procedimiento para realizar un estudio de método, la cual se escogió al área de producción específicamente la planificación de producción.
- La siguiente parte era la obtención de la información que se realizó mediante una investigación descriptiva aplicando el método de observación, cuya finalidad fue conocer las actividades que se realizan en el proceso de producción y para complementar se hizo pequeñas reuniones con el personal que tiene conexión directa con la producción para obtener una información más consolidada y veraz.
- Después de la obtención de la información se procedió al registro y el análisis de la información donde se utilizó el diagrama de flujo de procesos o también llamado según la OIT cursograma analítico del proceso.

3.1.2 FORMATO DE DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS

Los diagramas de flujo de proceso o cursogramas analíticos de procesos es una herramienta necesaria para el análisis y diseño de los procesos, por medio de la utilización de símbolos se puede representar y clasificar gráficamente las actividades involucradas en el proceso (operación, transporte, inspección, demora y almacenamiento), y según Render & Heizer (2014), “las actividades que agregan valor al proceso son las operativas, mientras que las actividades de transporte, inspección, demora y almacenamiento son actividades que no agregan valor”. (Render & Heizer, 2014, pág. 281)

Otra particularidad de esta herramienta, es la utilización de tiempos y distancias, la cual proporcionó un análisis más objetivo y estructurado de las actividades que conforman el proceso escogido.

El formato que se utilizó está basado en los ejemplos (Anexo 2) que se encuentran presente en los textos de ayuda de la Oficina Internacional de Trabajo (1996) y Niebel & Freivalds (2009), el cual se lo puede observar en la Tabla 8.

Tabla 8. Formato de Diagrama de Flujo de Procesos

[illegible]

Fuente: Elaboración Propia

3.2 APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPO

3.2.1 PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL ESTUDIO DE TIEMPO

La siguiente fase del levantamiento de información fue la realización del estudio de tiempo al proceso de producción, en donde participan las actividades de llenado de los sacos, transportar, coser y transportar para almacenar el producto terminado en los pallets o despachar, este estudio buscó estandarizar los tiempos para efectuar la tarea de producción tomando en cuenta el desempeño de los trabajadores y los factores u holguras que se pueden presentar dentro de la toma de tiempo como las necesidades personales, por fatiga, por las condiciones ergonómicas, demoras, etc., y conocer cuál fue el volumen de productos terminados y de este modo se estimó la capacidad de producción que tiene cada línea actualmente.

Los pasos que se realizaron para la ejecución del estudio son descritos a continuación:

- Se determinó la forma de la toma de tiempo y de la muestra, la cual se tomó 10 muestras de 10 sacos para cada una de las actividades que están involucradas en el proceso de producción, solo se realizó este estudio para los sacos de 25 Kg y de 50 Kg.
- Una vez determinado la forma de como efectuar el estudio se analizó la manera de como registrar la información y para ello se realizó unos formatos que cumplan con los parámetros necesarios para el beneficio del estudio, fueron dos formatos que se utilizó: el formato de estudio de tiempo en campo y el formato de resumen de estudio de tiempo.
- Ya obtenidos los formatos se fue al campo para efectuar el proceso de toma de muestras las cuales se hizo en la mañana y en la tarde, tanto en la línea 1 como en la línea 2, el fin de este procedimiento era para analizar si existe algún tipo de variación respecto a los diferentes horarios de la jornada normal de trabajo, y también se hizo un análisis con respecto al tipo de producto para observar si presentan alguna variación, se tomó el tiempo de cada actividad presente en la producción como se determinó en el estudio de métodos y además se procedió a dar una calificación del desempeño a los operarios que participaron en la toma de tiempo; esta información se registró en el formato de estudio de tiempo en campo y se lo puede observar en la tabla 9.
- Después de obtener los datos del campo se consolidó esta información para realizar un análisis donde se determinó los tiempos estándar de cada actividad, el cual se registró en el formato de resumen de estudio de tiempo (Ver tabla 10).

3.2.2 FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPO EN CAMPO

El formato de estudio de tiempo en campo (Ver tabla 9) como su nombre lo indica fue utilizado en el campo justo en el momento en que se ejecutaban las operaciones de producción y en este formato fue donde se registró los datos obtenidos.

Para la creación este formato para la toma de tiempo se basó en la metodología de tiempos continuos, este método tiene la peculiaridad de que cuando se toma el tiempo de una muestra, el tiempo no es parado, más bien sigue corriendo y esto se repite hasta que se finalice con todo el muestreo establecido. Escoger este método con respecto al método de regreso a cero tiene más significancia ya que se registra todo el periodo de observación.

La aplicación del método de tiempo continuo conllevó a realizar un cálculo para obtener el tiempo observado (TO), la cual es la diferencia entre el tiempo de finalización de la muestra con el inicial de la muestra, también se realiza la valoración de la calificación del desempeño (CD) de los operarios al momento de realizar la tarea.

Tabla 9. Formato de Estudio de Tiempo en Campo

HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPO					
DEPARTAMENTO:		FECHA:		ESTUDIO NUM.:	
OPERACIÓN:				HOJA NUM.: DE	
INSTALACIÓN:		MÁQUINA / LÍNEA:		HORA DE TERMINACIÓN:	
PRODUCTO:		SACOS:		HORA DE INICIO:	
MATERIA PRIMA:		TIPO DE MATERIA PRIMA:		TIEMPO TRANSCURRIDO:	
CICLOS	TIEMPO INICIAL	TIEMPO FINAL	TIEMPO OBSERVADO (TO)	CD	OBSERVACIONES

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3 FORMATO DE RESUMEN DE ESTUDIO DE TIEMPO

En el formato de resumen de estudio de tiempo (Ver Tabla 10) se analizó los datos obtenidos en el formato de campo, aquí se tomaron en cuenta ciertos parámetros o variable como la calificado de desempeño, el factor de holgura que se definieron para la obtención del tiempo normal y el tiempo estándar.

La información necesaria en este formato fue:

- **Descripción de la actividad:** Actividad que se realiza el estudio
- **Tiempo Observado (TO):** Es el tiempo observado en el campo
- **Calificación de desempeño (CD):** Es el ritmo de trabajo con el que los operadores ejecutan la actividad, el cual se determina como el 100% como ritmo normal del trabajador.
- **Tiempo normal (TN):** Es el tiempo con el que se realiza la actividad tomando en cuenta la calificación de desempeño de los operadores.
- **Factor de Holgura:** Es una tolerancia que se considera para poder estandarizar los tiempos, aquí entran en consideración las necesidades personales, la fatiga, demoras, etc., el valor que se utilizará será del 20%
- **Tiempo Estándar:** Es el tiempo normal de la operación incluyendo el factor de holgura, es el tiempo estandarizado.

Tabla 10. Formato de Resumen de Estudio de Tiempo

HOJA DE RESUMEN DE ESTUDIO DE TIEMPO																	
DEPARTAMENTO:											NÚMERO DE RESUMEN:						
INSTALACIÓN:					MAQUINA / LINEA:								NÚMERO DE HOJA:				
PRODUCTO:					SACOS:								ESTUDIOS QUE INTERVIENEN:				
MATERIA PRIMA:					TIPO DE MATERIA PRIMA:								HORARIO:				
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL	PROMEDIO	TN	FACTOR DE HOLGURA	TIEMPO ESTÁNDAR	
	TO																
	CD																
	TN																
	TO																
	CD																
	TN																
	TO																
	CD																
	TN																
	TO																
	CD																
	TN																

Fuente: Elaboración Propia

3.3 PROCEDIMIENTO PARA LA PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Después de la determinación de los tiempos estándares de cada actividad del proceso de producción se prosiguió con la fase de determinar una programación que permita disminuir al mínimo el tiempo de terminación de los trabajos de las líneas y los retrasos que puedan existir, y así poder incrementar al máximo la utilización de las instalaciones de la organización.

- El primer paso que se realizó fue la recopilación de información de la programación de producción durante una semana determinada (Anexo 3), la cual se tomó como base para poder aplicar las diferentes reglas de prioridad.
- Después se procedió a encontrar el tiempo de procesamiento de cada pedido en minutos y en horas, esta información es muy relevante para la utilización de las reglas de prioridad. El tiempo de procesamiento es el producto del tiempo estándar y la cantidad de sacos que se va a producir por cada pedido.

Previamente a este paso se tuvo que analizar en conjunto con los datos recopilados en el estudio de tiempo para determinar cómo se ejecutaba el proceso de producción, aquí se modeló una línea de tiempo, como referencia se escogió los datos de la línea 2 para sacos de 50 kg al granel. En la tabla 11 podemos observar los datos de producción durante un periodo de tiempo de 60 segundos, mientras que en figura 20 se demuestra gráficamente la cantidad de sacos que se puede producir en el mismo periodo de tiempo.

Tabla 11. Cuadro de Datos de Línea de Tiempo

CUADRO DE DATOS DE LÍNEA DE TIEMPO - LÍNEA 2 - 50 KG - AL GRANEL									
ACTIVIDADES	TIEMPO ESTANDAR (seg)	TIEMPOS DE PRODUCCION DE CADA SACO DURANTE 60 SEGUNDOS							
		1	2	3	4	5	6	7	8
LLENAR	7	7	14	21	28	35	42	49	56
TRANSPORTAR	7	14	21	28	35	42	49	56	63
COSER	9	23	30	37	44	51	58	65	72
TRANSPORTAR PARA ESTIBAR	10	33	40	47	54	61	68	75	82

Fuente: Elaboración Propia

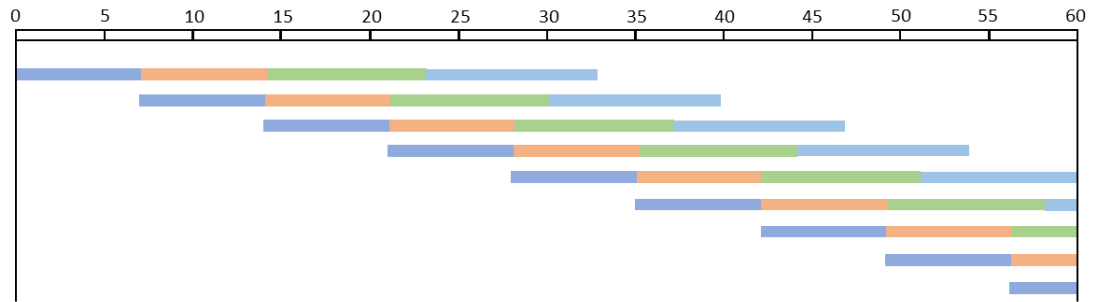


Figura 20. Descripción Gráfica de Línea de Tiempo

Fuente: Elaboración Propia

Dentro de este análisis se logra observar la continuidad de la producción, donde llenar es la actividad principal. El tiempo que un saco se demora en pasar por todas las actividades de producción es de 33 segundos, el segundo saco logra terminar todas las actividades 7 segundos después del primer saco y así sucesivamente. De acuerdo a los datos escogidos para el análisis en 60 segundos se puede llenar 8 sacos, transportar para coser 7 sacos, se cosen 6 sacos y se logran estibar o despachar 4 sacos. Por lo tanto, el tiempo de llenado se utilizó para encontrar el tiempo de procesamiento de cada pedido.

- Se creó una tabla de soporte adicional para determinar el tiempo de entrega de trabajo que está representada en horas, donde se realiza una diferencia entre la hora de entrega de todos los pedidos que fueron realizados en la semana analizada y el inicio de la jornada laboral (8:00 am). Ver tabla 13.

Tabla 12. Tabla del Tiempo de Entrega de los Pedidos

HORA DE ENTREGA (hh:mm)	HORA DE INICIO DE JORNADA	TIEMPO TRANSCURRIDO (hh:mm)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (MINUTOS)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS)
8:30	8:00	0:30	30	0,5
8:45	8:00	0:45	45	0,75
9:00	8:00	1:00	60	1
9:30	8:00	1:30	90	1,5
9:45	8:00	1:45	105	1,75
9:50	8:00	1:50	110	1,8333
10:00	8:00	2:00	120	2
10:30	8:00	2:30	150	2,5
11:00	8:00	3:00	180	3
11:30	8:00	3:30	210	3,5
12:00	8:00	4:00	240	4
13:00	8:00	5:00	300	5
13:30	8:00	5:30	330	5,5
14:00	8:00	6:00	360	6
14:30	8:00	6:30	390	6,5
14:45	8:00	6:45	405	6,75
15:00	8:00	7:00	420	7
15:30	8:00	7:30	450	7,5
16:00	8:00	8:00	480	8
16:30	8:00	8:30	510	8,5

Fuente: Elaboración Propia

- Una vez obtenido el tiempo de procesamiento de cada pedido y el tiempo de entrega de pedido representado en horas se procedió con la realización de cada regla de prioridad y donde se determinaron:
- El tiempo de terminación promedio, es aquel tiempo que determina cual es el tiempo promedio de cada trabajo tomando en cuenta todos los pedidos y se calcula:

$$\frac{\text{Tiempo de flujo}}{\text{Número de pedidos}}$$

- Medida de utilización, es el porcentaje que representa la utilización de las líneas, la fórmula utilizada es:

$$\frac{\text{Tiempo de terminación promedio}}{\text{Tiempo de flujo}}$$

- Número promedio de trabajo, es la cantidad de trabajos promedios que se pueden realizar en las líneas, para su cálculo es necesaria la siguiente fórmula:

$$\frac{\textit{Tiempo de flujo}}{\textit{Tiempo de terminación promedio}}$$

- Retraso promedio del trabajo, indica la cantidad retrasos promedio en horas que puede haber en la planificación, y su cálculo es:

$$\frac{\textit{Retraso del trabajo}}{\textit{Número de pedidos}}$$

- El resultado que se obtuvo en el análisis de cada regla de prioridad fue consolidado para compararlas entre sí y se determinó cual era la regla que se adaptaba mejor a la gestión realizada en la organización.
- Por último, para controlar la programación de la producción mediante la regla de prioridad que se adaptaba mejor a la organización se realizó un diagrama de Gantt, este nos permite observar cómo va a cargar las líneas y controlar la secuencia de trabajo de la producción que se realiza.

3.3.1 APLICACIÓN DE LAS REGLAS DE PRIORIDAD

Después de obtener los datos necesarios como el tiempo de procesamiento d cada pedido y la hora de entrega de cada pedido, se procedió a la aplicación de las reglas de prioridad, cuya finalidad es buscar el mejor método que se adapte a las necesidades de la empresa.

PEPT (PRIMERO EN ENTRAR, PRIMERO EN TRABAJARSE)

Tabla 13. PEPT - LUNES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
A1	0,22222222	0,2222	1,8333	0,0000	A1	1,1667	1,1667	1,8333	0,000
A2	0,02133333	0,2436	4	0,0000	B1	0,60277778	1,7694	6	0,0000
A3	1,5556	1,7991	7	0,0000	B2	0,0389	1,8083	1,5	0,3083
B1	1,5111	3,3102	6	0,0000	B3	0,5250	2,3333	8	0,0000
					C1	0,0136	2,3469	2	0,3469
	3,31	5,58		0,00		2,35	9,42		0,66

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14. PEPT - MARTES

LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE					LINEA 1 - 50KG - AL GRANEL					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
D3	0,5500	0,5500	5	0,0000	C2	1,2250	1,2250	7,5	0,0000	C2	0,9528	0,9528	7,5	0
D1	0,1300	0,6800	0,75	0,0000	C3	1,375	2,6000	8	0,0000	C3	1,069444444	2,0222	8	0
D2	0,13	0,8100	0,75	0,0600	E1	0,6250	3,2250	1,5	1,7250	E1	0,4861	2,5083	1,5	1,0083
E1	0,1750	0,9850	1,5	0,0000										
E2	1,3625	2,3475	6,5	0,0000										
E3	0,6000	2,9475	3	0,0000										
	2,9475	8,3200		0,0600		3,2250	7,0500		1,7250		2,5083	5,4833		1,0083

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15. PEPT - MIÉRCOLES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
I2	0,0889	0,0889	3,5	0,0000	F1	0,9	0,85	6,5	0,00	H1	1,09	1,0889	5	0,0000
F2	1,5111	1,6000	2	0,0000	F3	0,5	1,35	4	0,00	I2	1,0694	2,1583	3,5	0,0000
G2	0,8889	2,4889	6,5	0,0000	G3	0,59	1,9400	0,5	1,44	F1	0,6611	2,8194	6,5	0
H2	0,7556	3,2444	4	0,0000	I1	0,05	2,0	3	0,0	F3	0,2722	3,0917	4	0,0000
I3	0,2222	3,4667	0,5	2,9667						G1	0,3811	3,4728	1,75	1,72
J1	2,6667	6,1333	8	0,0000						G2	0,9722	4,4450	6,5	0,0000
I1	0,1333	6,2667	3	3,2667						H3	1,2639	5,7089	8,5	0
	6,27	23,29		6,23		1,99	6,13		1,44		5,71	22,79		1,72

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16. PEPT - JUEVES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
J2	1,2222	1,2222	2	0,0000	J3	0,375	0,375	1,75	0,000	J3	0,3694	0,3694	1,75	0
K1	0,8000	2,0222	2,5	0						K2	0,4375	0,8069	3,5	0
K3	0,1	2,1289	4	0,0000						L1	1,2	2,0514	7,5	0
L2	1,1	3,2400	7	0						L2	0,0972	2,1486	7	0
L3	0,4444	3,6844	5,5	0										
	3,68	12,30		0,00		0,38	0,38		0,00		2,15	5,38		0,00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17. PEPT - VIERNES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
M2	0,2667	0,2667	0,75	0	M1	0,9	0,9	3	0	M1	1,322	1,3222	3	0
M3	0,31111111	0,5778	1	0,0000	N2	1,3925	2,29	7,5	0,0	M2	0,11666667	1,4389	0,75	0,6889
										N1	0,4667	1,9056	2	0,0000
										N3	1,2639	3,1694	8	0,0000
										O1	0,7778	3,9472	6,75	0
	0,58	0,84		0,00		2,29	3,19		0,00		3,95	11,78		0,69

Fuente: Elaboración Propia

TOB (TIEMPO DE OPERACIÓN MÁS BREVE)

Tabla 18. TOB - LUNES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
A2	0,021333333	0,0213	4	0	C1	0,0136	0,0136	2	0
A1	0,222222222	0,2436	1,8333	0,0000	B2	0,0389	0,0525	1,5	0,0000
B1	1,5111	1,7547	6	0,0000	B3	0,5250	0,5775	8	0,0000
A3	1,5556	3,3102	7	0,0000	B1	0,602777778	1,1803	6	0,0000
					A1	1,1667	2,3469	1,8333	0,5136
	3,310	5,330		0		2,3469	4,1708		0,5136

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19. TOB - MARTES

LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE					LINEA 1 - 50KG - AL GRANEL					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
D1	0,1300	0,13	0,75	0	E1	0,6250	0,6250	1,5	0	E1	0,4861	0,4861	1,5	0
D2	0,13	0,26	0,75	0,0	C2	1,2250	1,8500	7,5	0,0000	C2	0,9528	1,4389	7,5	0,0000
E1	0,1750	0,44	1,5	0,0	C3	1,375	3,2250	8	0,0000	C3	1,069444444	2,5083	8	0,0000
D3	0,5500	0,99	5	0										
E3	0,6000	1,59	3	0,00										
E2	1,3625	2,948	6,5	0										
	2,9475	6,3425		0		3,225	5,700		0		2,5083	4,4333		0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20. TOB - MIÉRCOLES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
I2	0,0889	0,0889	3,5	0	I1	0,1	0,1	3	0	F3	0,2722	0,2722	4	0
I1	0,1333	0,2222	3	0	F3	0,50	0,55	4	0	G1	0,3811	0,6533	1,75	0
I3	0,2222	0,4444	0,5	0	G3	0,59	1,14	0,5	1	F1	0,6611	1,3144	6,5	0
H2	0,7556	1,2000	4	0	F1	0,85	1,99	6,5	0	G2	0,9722	2,2867	6,5	0
G2	0,8889	2,0889	6,5	0						I2	1,0694	3,3561	3,5	0
F2	1,5111	3,6000	2	2						H1	1,0889	4,4450	5	0
J1	2,6667	6,2667	8	0						H3	1,2639	5,7089	8,5	0
	6,267	13,911		1,600		1,990	3,730		0,640		5,71	18,04		0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21. TOB - JUEVES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
L3	0,4444	0,4444	5,5	0	J3	0,38	0,38	1,75	0	L2	0,0972	0,0972	7	0,0000
K1	0,8000	1,2444	2,5	0,0000						J3	0,6611	0,7583	1,75	0,0000
K3	0,1	1,3511	4	0,0000						K2	0,4375	1,1958	3,5	0,0000
L2	1,1111	2,4622	7	0,0000						L1	1,2444	2,4403	7,5	0,0000
J2	1,2	3,6844	2	2										
	3,684	9,187		1,684		0,38	0,38		0		2,44	4,49		0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22. TOB - VIERNES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
M2	0,2667	0,2667	0,75	0	M1	0,9	0,9000	3	0	M2	0,1167	0,1167	0,75	0
M3	0,31111111	0,5778	1	0	N2	1,3925	2,2925	7,5	0,0	N1	0,46666667	0,5833	2	0,0000
										O1	0,7778	1,3611	6,75	0,0000
										N3	1,2639	2,6250	8	0,0000
										M1	1,3222	3,9472	3	1
	0,5778	0,8444		0,0000		2,2925	3,1925		0,0000		3,9472	8,6333		0,9472

Fuente: Elaboración Propia

PPP (PRIMERO EL PLAZO MÁS PRÓXIMO)

Tabla 23. PPP - LUNES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
A1	0,2222	0,2222	1,8333	0	B2	0,0389	0,0389	1,5	0
A2	0,0213	0,2436	4	0,0000	A1	1,1667	1,2056	1,8333	0,0000
B1	1,5111	1,7547	6	0,0000	C1	0,0136	1,2192	2	0,0000
A3	1,5556	3,3102	7	0,0000	B1	0,6028	1,8219	6	0,0000
					B3	0,525	2,3469	8	0
	3,3102	5,5307		0		2,3469	6,6325		0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24. PPP - MARTES

LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE					LINEA 1 - 50KG - AL GRANEL					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
D1	0,1300	0,1300	0,75	0	E1	0,6250	0,6250	1,5	0	E1	0,4861	0,4861	1,5	0
D2	0,1300	0,2600	0,75	0,0	C2	1,2250	1,8500	7,5	0,0000	C2	0,9528	1,4389	7,5	0,0000
E1	0,1750	0,4350	1,5	0,0	C3	1,3750	3,2250	8	0,0000	C3	1,0694	2,5083	8	0,0000
E3	0,6000	1,0350	3	0										
D3	0,5500	1,5850	5	0										
E2	1,3625	2,9475	6,5	0										
	2,948	6,393		0,000		3,23	5,70		0		2,508	4,433		0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25. PPP - MIÉRCOLES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
I3	0,2222	0,2222	0,5	0	G3	0,59	0,5900	0,5	0	G1	0,3811	0,3811	1,75	0
F2	1,5111	1,7333	2	0	I1	0,1	0,6400	3	0	I2	1,0694	1,4506	3,5	0
I1	0,1333	1,8667	3	0	F3	0,50	1,1400	4	0	F3	0,2722	1,7228	4	0
I2	0,0889	1,9556	3,5	0	F1	0,85	1,9900	6,5	0	H1	1,0889	2,8117	5	0
H2	0,7556	2,7111	4	0						F1	0,6611	3,4728	6,5	0
G2	0,8889	3,6000	6,5	0						G2	0,9722	4,4450	6,5	0
J1	2,6667	6,2667	8	0						H3	1,2639	5,7089	8,5	0
	6,2667	18,3556		0		1,99	4,36		0		5,7089	19,9928		0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26. PPP - JUEVES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
J2	1,2	1,2222	2	0	J3	0,3750	0,3750	1,75	0	J3	0,6611	0,6611	1,75	0,0000
K1	0,8000	2,0222	2,5	0,0000						K2	0,4375	1,0986	3,5	0,0000
K3	0,1	2,1289	4	0,0000						L2	0,0972	1,1958	7	0,0000
L3	0,4444	2,5733	5,5	0,0000						L1	1,2444	2,4403	7,5	0,0000
L2	1,1111	3,6844	7	0										
	3,684	11,631		0		0,3750	0,3750		0		2,4403	5,3958		0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27. PPP - VIERNES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
M2	0,2667	0,2667	0,75	0	N2	1,3925	1,3925	7,5	0	M2	0,1167	0,1167	0,75	0
M3	0,31111111	0,5778	1	0	M1	0,9	2,2925	3	0,0	N1	0,46666667	0,5833	2	0,0000
										M1	1,3222	1,9056	3	0,0000
										O1	0,7778	2,6833	6,75	0,0000
										N3	1,2639	3,9472	8	0
	0,5778	0,8444		0		2,293	3,685		0		3,947	9,236		0

Fuente: Elaboración Propia

TOR (TIEMPO OCIOSO RESTANTE)

Tabla 28. TOR - LUNES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE						LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL					
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	MARGEN DE TIEMPO OCIOSO	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	MARGEN DE TIEMPO OCIOSO
A1	0,2222	0,2222	1,8333	0	1,6111	A1	1,1667	1,1667	1,8333	0	0,6666
A2	0,0213	0,2436	4	0,0000	3,9787	B2	0,0389	1,2056	1,5	0,0000	1,4611
B1	1,5111	1,7547	6	0,0000	4,4889	C1	0,0136	1,2192	2	0,0000	1,9864
A3	1,5556	3,3102	7	0,0000	5,4444	B1	0,6028	1,8219	6	0,0000	5,3972
						B3	0,525	2,3469	8	0	7,4750
	3,310	5,531		0			2,347	7,760		0	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29. TOR - MARTES

LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE						LINEA 1 - 50KG - AL GRANEL						LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL					
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	MARGEN DE TIEMPO OCIOSO	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	MARGEN DE TIEMPO OCIOSO	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	MARGEN DE TIEMPO OCIOSO
D1	0,1300	0,1300	0,75	0	0,6200	E1	0,6250	0,6250	1,5	0	0,8750	E1	0,4861	0,4861	1,5	0	1,0139
D2	0,1300	0,2600	0,75	0,0	0,6200	C2	1,2250	1,8500	7,5	0,0000	6,2750	C2	0,9528	1,4389	7,5	0,0000	6,5472
E1	0,1750	0,4350	1,5	0,0	1,3250	C3	1,3750	3,2250	8	0,0000	6,6250	C3	1,0694	2,5083	8	0,0000	6,9306
E3	0,6000	1,0350	3	0	2,4000												
D3	0,5500	1,5850	5	0	4,4500												
E2	1,3625	2,9475	6,5	0	5,1375												
	2,948	6,393		0			3,225	5,700		0			2,508	4,433		0	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30. TOR - MIÉRCOLES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE						LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE						LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL					
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	MARGEN DE TIEMPO OCIOSO	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	MARGEN DE TIEMPO OCIOSO	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	MARGEN DE TIEMPO OCIOSO
I3	0,2222	0,2222	0,5	0	0,2778	G3	0,59	0,5900	0,5	0,0900	-0,0900	G1	0,3811	0,3811	1,75	0	1,3689
F2	1,5111	1,7333	2	0,0000	0,4889	I1	0,1	0,6400	3	0,0000	2,9500	I2	1,0694	1,4506	3,5	0,0000	2,4306
I1	0,1333	1,8667	3	0,0000	2,8667	F3	0,50	1,1400	4	0,0000	3,5000	F3	0,2722	1,7228	4	0,0000	3,7278
H2	0,7556	2,6222	4	0,0000	3,2444	F1	0,85	1,9900	6,5	0,0000	5,6500	H1	1,0889	2,8117	5	0,0000	3,9111
I2	0,0889	2,7111	3,5	0,0000	3,4111							G2	0,9722	3,7839	6,5	0,0000	5,5278
J1	2,6667	5,3778	8	0,0000	5,3333							F1	0,6611	4,4450	6,5	0,0000	5,8389
G2	0,8889	6,2667	6,5	0,0000	5,6111							H3	1,2639	5,7089	8,5	0,0000	7,2361
	6,267	20,800		0			1,99	4,36		0,0900			5,7089	20,3039		0	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31. TOR- JUEVES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE						LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE						LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL					
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA)	MARGEN DE TIEMPO OCIOSO	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA)	MARGEN DE TIEMPO OCIOSO	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA)	MARGEN DE TIEMPO OCIOSO
J2	1,2	1,2222	2	0	0,7778	J3	0,375	0,3750	1,75	0	1,3750	J3	0,6611	0,6611	1,75	0	1,0889
K1	0,8000	2,0222	2,5	0,0000	1,7000							K2	0,4375	1,0986	3,5	0,0000	3,0625
K3	0,1	2,1289	4	0,0000	3,8933							L1	1,2444	2,3431	7,5	0,0000	6,2556
L3	0,4444	2,5733	5,5	0,0000	5,0556							L2	0,0972	2,4403	7	0,0000	6,9028
L2	1,1111	3,6844	7	0	5,8889												
	3,684	11,631		0			0,375	0,375		0			2,440	6,543		0	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32. TOR - VIERNES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE						LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE						LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL					
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	MARGEN DE TIEMPO OCIOSO	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	MARGEN DE TIEMPO OCIOSO	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	MARGEN DE TIEMPO OCIOSO
M2	0,2667	0,2667	0,75	0	0,4833	N2	1,3925	1,3925	7,5	0	6,1075	M2	0,1167	0,1167	0,75	0	0,6333
M3	0,311111111	0,5778	1	0,0000	0,6889	M1	0,9	2,2925	3	0,0000	2,1000	N1	0,466666667	0,5833	2	0,0000	1,5333
												M1	1,3222	1,9056	3	0,0000	1,6778
												O1	0,7778	2,6833	6,75	0,0000	5,9722
												N3	1,2639	3,9472	8	0	6,7361
	0,5778	0,8444		0			2,2925	3,6850		0			3,9472	9,2361		0	

Fuente: Elaboración Propia

ULPT (ÚLTIMO EN LLEGAR, PRIMERO EN TRABAJARSE)

Tabla 33. ULPT - LUNES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
B1	1,5111	1,5111	6	0	C1	0,0136	0,0136	2	0
A3	1,5556	3,0667	7	0,0000	B3	0,5250	0,5386	8	0,0000
A2	0,021333333	3,0880	4	0,0000	B2	0,0389	0,5775	1,5	0,0000
A1	0,222222222	3,3102	1,8333	1,4769	B1	0,602777778	1,1803	6	0,0000
					A1	1,1667	2,3469	1,8333	1
	3,3102	10,9760		1,4769		2,3469	4,6569		0,5136

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34. ULPT - MARTES

LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE					LINEA 1 - 50KG - AL GRANEL					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
E3	0,6000	0,6000	3	0	E1	0,6250	0,6250	1,5	0	E1	0,4861	0,4861	1,5	0
E2	1,3625	1,9625	6,5	0,0	C3	1,375	2,0000	8	0,0000	C3	1,069444444	1,5556	8	0,0000
E1	0,1750	2,1375	1,5	0,6	C2	1,2250	3,2250	7,5	0,0000	C2	0,9528	2,5083	7,5	0,0000
D2	0,13	2,2675	0,75	2										
D1	0,1300	2,3975	0,75	2										
D3	0,5500	2,9475	5	0										
	2,948	12,313		3,803		3,225	5,850		0,000		2,508	4,550		0,000

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35. ULPT - MIÉRCOLES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
I1	0,1333	0,1333	3	0	I1	0,05	0,0500	3	0,000	H3	1,2639	1,2639	8,5	0,000
J1	2,6667	2,8000	8	0	G3	0,59	0,6400	0,5	0,140	G2	0,9722	2,2361	6,5	0,000
I3	0,2222	3,0222	0,5	3	F3	0,5	1,1400	4	0,000	G1	0,3811	2,6172	1,75	0,867
H2	0,7556	3,7778	4	0	F1	0,9	1,9900	6,5	0,000	F3	0,2722	2,8894	4	0,000
G2	0,8889	4,6667	6,5	0						F1	0,6611	3,5506	6,5	0,000
F2	1,5111	6,1778	2	4						I2	1,0694	4,6200	3,5	1,120
I2	0,0889	6,2667	3,5	3						H1	1,09	5,7089	5	0,709
	6,267	26,844		9,467		1,990	3,820		0,140		5,709	22,886		2,696

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 36. ULPT - JUEVES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
L3	0,4444	0,4444	5,5	0	J3	0,375	0,3750	1,75	0,0	L2	0,0972	0,0972	7	0,0000
L2	1,1	1,5556	7	0,0000						L1	1,2	1,3417	7,5	0,0000
K3	0,1	1,6622	4	0,0000						K2	0,4375	1,7792	3,5	0,0000
K1	0,8000	2,4622	2,5	0,0000						J3	0,3694	2,1486	1,75	0,3986
J2	1,2222	3,6844	2	1,6844										
	3,6844	9,8089		1,6844		0,3750	0,3750		0		2,1486	5,3667		0,3986

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37. ULPT - VIERNES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
M3	0,31111111	0,3111	1	0	N2	1,3925	1,3925	7,5	0	O1	0,7778	0,7778	6,75	0
M2	0,2667	0,5778	0,75	0,0000	M1	0,9000	2,2925	3	0,0	N3	1,2639	2,0417	8	0,0000
										N1	0,4667	2,5083	2	0,5083
										M2	0,11666667	2,6250	0,75	1,8750
										M1	1,322	3,9472	3	0,9472
	0,5778	0,8889		0		2,2925	3,6850		0		3,9472	19,7944		11,2250

Fuente: Elaboración Propia

OA (ORDEN ALEATORIO)

Tabla 38. OA - LUNES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
A2	0,02133	0,0213	4	0	C1	0,0136	0,0136	2	0
B1	1,5111	1,5324	6	0,0000	B1	0,6028	0,6164	6	0,0000
A1	0,2222	1,7547	1,8333	0,0000	B3	0,5250	1,1414	8	0,0000
A3	1,5556	3,3102	7	0,0000	A1	1,1667	2,3081	1,8333	0,4748
					B2	0,0389	2,3469	1,5	0,8469
	3,3102	6,6187		0		2,3469	6,4264		1,3217

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39. OA - MARTES

LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE					LINEA 1 - 50KG - AL GRANEL					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
D1	0,1300	0,1300	0,75	0	C3	1,375	1,3750	8	0	C3	1,069444444	1,0694	8	0
E1	0,1750	0,3050	1,5	0,0	E1	0,6250	2,0000	1,5	0,5000	E1	0,4861	1,5556	1,5	0,0556
D2	0,13	0,4350	0,75	0,0	C2	1,2250	3,2250	7,5	0,0000	C2	0,9528	2,5083	7,5	0,0000
E2	1,3625	1,7975	6,5	0										
D3	0,5500	2,3475	5	0										
E3	0,6000	2,9475	3	0										
	2,9475	7,9625		0		3,2250	6,6000		0,5000		2,5083	5,1333		0,0556

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40. OA - MIÉRCOLES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
I3	0,2222	0,2222	0,5	0	G3	0,59	0,5900	0,5	0	I2	1,0694	1,0694	3,5	0
G2	0,8889	1,1111	6,5	0	F1	0,9	1,4400	6,5	0	G2	0,9722	2,0417	6,5	0
J1	2,6667	3,7778	8	0	I1	0,05	1,4900	3	0	F1	0,6611	2,7028	6,5	0
I1	0,1333	3,9111	3	0,9111	F3	0,5	1,9900	4	0	F3	0,2722	2,9750	4	0
H2	0,7556	4,6667	4	0,6667						H3	1,2639	4,2389	8,5	0
F2	1,5111	6,1778	2	4,1778						G1	0,3811	4,6200	1,75	2,87
I2	0,0889	6,2667	3,5	2,7667						H1	1,09	5,7089	5	0,7089
	6,2667	26,1333		8,5222		1,9900	5,5100		0,0900		5,7089	23,3567		3,5789

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41. OA - JUEVES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
L2	1,1	1,1111	7	0	J3	0,375	0,3750	1,75	0	L1	1,2	1,2444	7,5	0,0000
K3	0,1	1,2178	4	0,0000						K2	0,4375	1,6819	3,5	0,0000
J2	1,2222	2,4400	2	0,4400						L2	0,0972	1,7792	7	0,0000
L3	0,4444	2,8844	5,5	0,0000						J3	0,3694	2,1486	1,75	0,3986
K1	0,8000	3,6844	2,5	1										
	3,6844	22,3911		12,6778		0,3750	0,3750		0,0000		2,1486	6,8542		0,3986

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42. OA - VIERNES

LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE					LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL				
SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)	SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (HORA)	TIEMPO DE FLUJO (TF)	TIEMPO ENTREGA DEL TRABAJO (HORAS) (TE)	RETRASO DEL TRABAJO (HORA) (TF-TE)
M3	0,31111111	0,3111	1	0	M1	0,9	0,9000	3	0	N1	0,4667	0,4667	2	0
M2	0,2667	0,5778	0,75	0,0000	N2	1,3925	2,2925	7,5	0,0	O1	0,7778	1,2444	6,75	0,0000
										N3	1,2639	2,5083	8	0,0000
										M1	1,322	3,8306	3	0,8306
										M2	0,11666667	3,9472	0,75	3
	0,5778	0,8889		0,0000		2,2925	3,1925		0,0000		3,9472	11,9972		4,0278

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 PROCESO DE PRODUCCIÓN

Una vez realizado el estudio de métodos se logró determinar las actividades que estaban vinculadas en el proceso de producción mediante de la utilización del diagrama de flujo de procesos. La organización cuenta con dos líneas de producción donde las actividades que realizan son de llenar, coser y transportar los sacos para el despacho o el almacenamiento temporal. La línea 1 se diferencia de la línea 2 solo por una actividad adicional que se realiza solo para algunos productos especiales la cual es la actividad de cribar.

4.1.1 ACTIVIDADES DE LA LÍNEA 1

La línea 1 se compone de una cuadrilla compuesta por 7 operadores para su funcionamiento, donde un operador tiene la función de verificar si la tolva se encuentra llena, otro se encarga de colocar los sacos en el chimbucho para llenarlos, hay un operador que se encarga de coser los sacos y otro dirigir los sacos por la banda que los transporta hacia los estibadores que son 3 operadores más. Las actividades que se realizan en esta línea están detalladas en el diagrama de flujos de procesos que se realizó en el estudio de tiempo y se lo puede observar en la tabla 43.

Tabla 43. Diagrama de Flujo de Procesos de la Línea 1

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS										
CURSOGRAMA ANALÍTICO										
Diagrama No. 1		Hoja No. 1		de 1		RESUMEN				
Producto: Producto Soluble						Actividad		Actual	Propuesta	Economía
						Operación	○	3		
						Transporte	⇒	2		
						Espera	□	-		
						Inspección	□	1		
						Almacenamiento	▽	1		
Actividad: Proceso de Producción en la línea 1						Distancia (mts)		120,68		
Lugar: Bodega 1B						Tiempo		7:53		
Operario (s):				Fecha No.		Costo				
						Mano de Obra				
Realizado por:				Fecha:		Material				
Aprobado por:				Fecha:		Total				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (mm:ss)	SÍMBOLOS					OBSERVACIONES	
				○	⇒	□	□	▽		
Cargar tolva	1	110	3:00						Se realizan dos vueltas debido a que la capacidad de la tolva es de 2 ton y la capacidad de pala mecánica es de 2 ton	
Llenar sacos	10	-	1:21							
Se transporta los sacos por la banda	10	3,24	1:14						En esta actividad se suele quitar sacos para verificar su peso como control de calidad	
Coser los sacos	10	0,44	1:09							
Transportar los sacos por banda para stock o despacho	10	7	1:09						Esta transportadora siempre forma un ángulo diferente de acuerdo al camión donde se despacha o si se realiza stock	
Estibar para despacho o para stock	-	-	-							

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 ACTIVIDADES DE LA LÍNEA 2

A diferencia de la línea 1, la línea 2 se compone de una cuadrilla de 6 operadores para poder realizar el proceso de producción y no posee los elementos para la actividad de cribar. La distribución de los operadores es la misma que la línea 1, un operario que verifica si la tolva está abastecida, un operador encargado de colocar los sacos en el chimbucho para su llenado, uno encargado en la cosedora y por último 2 estibadores. En el diagrama de flujos de proceso se detallan las actividades que intervienen y en la tabla 44 se puede observar el resultado del estudio de métodos realizado previamente.

Tabla 44. Diagrama de Flujo de Procesos de la Línea 2

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
Diagrama No. 2		Hoja No. 1 de 1		RESUMEN					
Producto: Producto Soluble				Actividad		Actual	Propuesta	Economía	
Actividad: Proceso de Producción en la línea 2				Operación	○	3			
				Transporte	⇒	2			
				Espera	□	-			
				Inspección	□	1			
				Almacenamiento	▽	1			
Lugar: Bodega 4A				Distancia (mts)		161,41			
Operario (s):				Ficha No.		Tiempo		11:20	
Realizado por:				Costo					
Aprobado por:				Fecha:		Mano de Obra			
				Material					
				Total					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (mm:ss)	SÍMBOLOS					OBSERVACIONES
Cargar tolva	2	151	4:45	○	⇒	□	□	▽	Se realizan dos vueltas debido a que la capacidad de la tolva es de 4 ton y la capacidad de pala mecánica es de 2 ton
Llenar sacos	10	-	1:31						
Se transporta los sacos por la banda	10	1,74	1:29						En esta actividad se suele quitar sacos para verificar su peso como control de calidad
Coser los sacos	10	1,25	1:41						
Transportar los sacos por banda para stock o despacho	10	7,42	1:54						Esta transportadora siempre forma un ángulo diferente de acuerdo al camión donde se despacha o si se está realizando stock
Estibar para despacho o para stock	-	-	-						

Fuente: Elaboración Propia

4.2 ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN

4.2.1 COMPARATIVO DE LAS LÍNEAS MAÑANA – TARDE

Una vez terminada la toma de tiempo en el campo y analizada en los formatos de resumen de la toma de tiempo se logró comparar la producción que se realiza en la mañana versus la producción que se realiza en la tarde de las líneas 1 y 2 para los sacos de 25 Kg y los sacos de 50 kg.

Donde en la tabla 45 se puede observar el comparativo de la línea 1 para sacos de 25 kg durante la producción de un producto soluble. Se puede evidenciar que existe una pequeña variación de 1 segundo en la actividad de llenar y en la actividad de transportar para estibar de 2 segundos, esto ocurre debido a que en la tarde los trabajadores se esfuerzan un poco más de lo normal y también hacen uso de los productos que hay en stock. Para determinar el tiempo estándar de la línea 1 se promedió el resultado obtenido en la mañana y en la tarde, por lo tanto, en la línea 1 para producir un saco se demora 29 segundos.

Tabla 45. Comparativo Línea 1 Mañana - Tarde

Actividades	LÍNEA 1				
	Tiempo Estándar 10 Sacos 25 Kg (Mañana)	Tiempo Estándar Unitario Sacos 25 Kg (Mañana)	Tiempo Estándar 10 Sacos 25 Kg (Tarde)	Tiempo Estándar Unitario Sacos 25 Kg (Tarde)	Tiempo Promedio Estándar Unitario Sacos 25 Kg
Llenar	01:26	00:09	01:16	00:08	00:08
Transportar	01:15	00:07	01:14	00:07	00:07
Coser	01:10	00:07	01:07	00:07	00:07
Transportar para estibar	01:20	00:08	00:57	00:06	00:07
					00:29

Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, en la línea 2 se realizó el mismo comparativo (mañana-tarde) pero para sacos de 50 kg en el mismo escenario de producción de un producto soluble como en la línea 1. Al igual como ocurrió en la línea 1 existe una pequeña variación en los tiempos de ciertas actividades y para determinar el tiempo estándar se procedió a promediar los tiempos de la mañana con los de la tarde para finalmente obtener el tiempo que se demora en realizar un saco, el cual es de 40 segundos. En la tabla 46 se observa la comparación de los tiempos obtenidos en la mañana y en la tarde, además del tiempo promedio de producción de la línea 2.

Tabla 46. Comparativo Línea 2 Mañana - Tarde

Actividades	LÍNEA 2				
	Tiempo Estándar 10 Sacos 50 Kg (Mañana)	Tiempo Estándar Unitario Sacos 50 Kg (Mañana)	Tiempo Estándar 10 Sacos 50 Kg (Tarde)	Tiempo Estándar Unitario Sacos 50 Kg (Tarde)	Tiempo Promedio Estándar Unitario Sacos 50 Kg
Llenar	01:33	00:09	01:29	00:09	00:09
Transportar	01:34	00:09	01:24	00:08	00:09
Coser	01:44	00:10	01:38	00:10	00:10
Transportar para estibar	02:03	00:12	01:46	00:11	00:11
					00:40

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2 COMPARATIVO DE LAS LINEAS PRODUCTO GRANULADO

La empresa cuenta con una serie de productos finales que utiliza como materia prima el producto granulado almacenado al granel, estos productos finales son de 50 kg, por lo tanto, en ambas líneas se puede producir este tipo de producto dependiendo de la disponibilidad. En este comparativo se muestra la producción de un mismo producto específico y como resultado arrojado por este análisis es que la línea 2 presenta un segundo adicional para producir un saco (ver tabla 47).

Tabla 47. Comparativo Producto Granulado Línea 1 y 2

Actividades	LÍNEA 1		LÍNEA 2	
	Tiempo Estándar 10 Sacos 50 Kg	Tiempo Estándar Unitario Sacos 50 Kg	Tiempo Estándar 10 Sacos 50 Kg	Tiempo Estándar Unitario Sacos 50 Kg
Llenar	01:26	00:09	01:11	00:07
Transportar	01:25	00:08	01:15	00:07
Coser	01:12	00:07	01:30	00:09
Transportar para estibar	01:24	00:08	01:43	00:10
		00:33		00:34

Fuente: Elaboración Propia

4.3 PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA 2

Durante una semana se tomó el tiempo de todas las actividades que se realizaban en la línea 2, así se logró determinar la productividad de la línea 2 como también los diferentes factores que afectan a la producción normal de la línea. El resultado que se originó mediante este proceso y como se demuestra en el gráfico (ver figura 21) fue que la línea 2 durante toda la semana analizada obtuvo un 65,08% de productividad y el 34,92% fueron los diferentes factores que causaron que la línea paralice sus actividades.

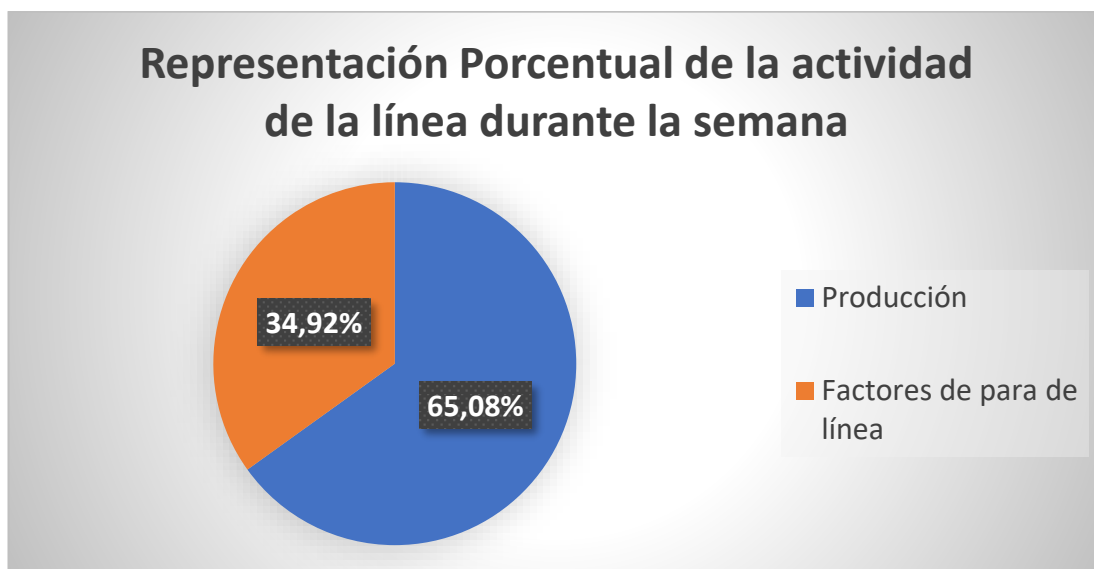


Figura 21. Representación Porcentual de la Actividad de la Línea

Fuente: Elaboración Propia

Con la ayuda del Diagrama de Ishikawa se clasificó todos los factores encontrados en la semana de análisis y los cuales producían que la línea se pare, en la figura 22 podemos observar esta clasificación.

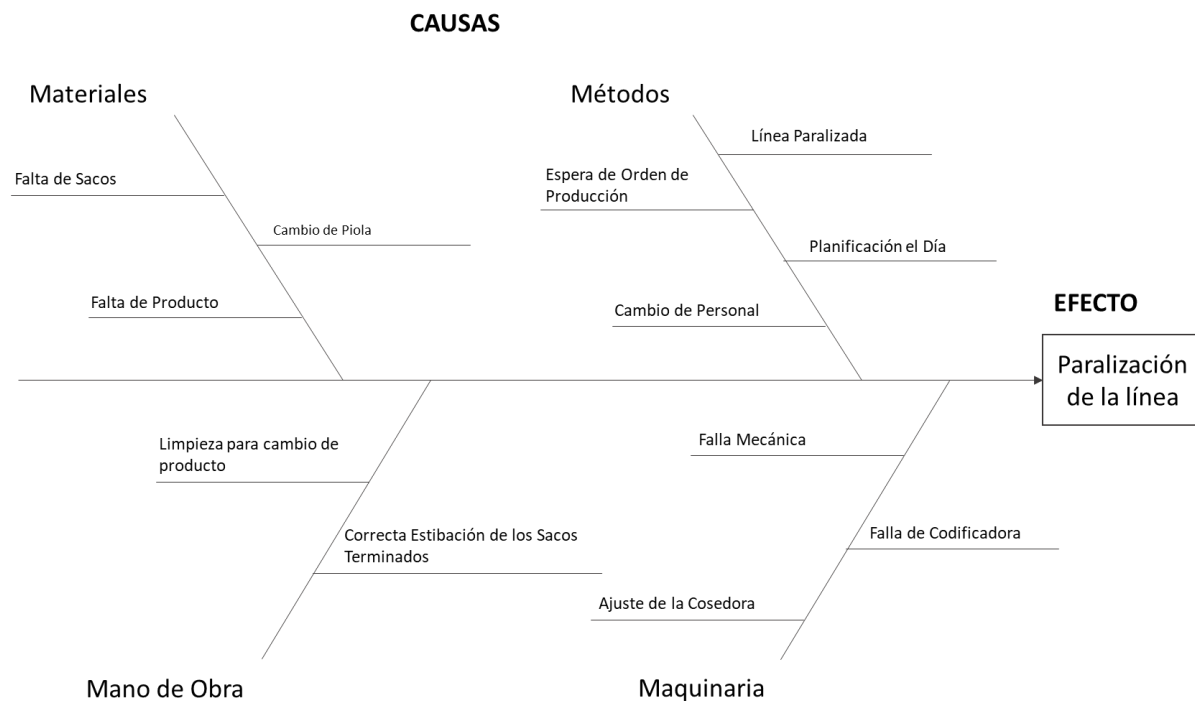


Figura 22. Diagrama de Ishikawa de la Empresa

Fuente: Elaboración Propia

Mientras que en la tabla 48 podemos observar el listado y el porcentaje de cada factor que causa algún tipo de paralización en la línea, el cual la limpieza que se realiza para poder producir otro producto tiene la mayor representación con un 9,23%.

Tabla 48. Listado de Actividades que Causan Para en la Línea

Actividad	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total	Representación Porcentual de cada actividad durante la semana
Producción	4:26:19	6:10:48	3:17:24	6:04:42	6:06:01	26:05:14	65,08%
Limpieza	1:20:00	0:54:00	0:44:00	0:29:00	0:15:00	3:42:00	9,23%
Tiempo no productivo de la línea	0:04:00	0:10:00	2:56:00	0:03:00	-	3:13:00	8,02%
Espera de orden de producción	0:18:00	0:14:00	0:28:00	0:43:00	1:03:47	2:46:47	6,93%
Planificación	0:30:00	0:27:00	0:19:00	0:25:00	0:31:00	2:12:00	5,49%
Falla mecánica	0:45:51	-	-	-	-	0:45:51	1,91%
Falla de codificadora	0:33:14	-	-	-	-	0:33:14	1,38%
Falta de sacos	-	-	0:10:59	0:05:48	-	0:16:47	0,70%
Cambio de piola	0:01:44	-	0:02:28	0:04:14	0:04:01	0:12:27	0,52%
Falta de producto	0:00:52	0:00:58	0:02:09	0:04:18	0:02:11	0:10:28	0,44%
Correcta estibación	-	0:03:09	-	-	-	0:03:09	0,13%
Ajuste en cosedora	-	0:01:10	-	0:00:58	-	0:02:08	0,09%
Cambio de personal	-	0:01:55	-	-	-	0:01:55	0,08%
Total	8:00:00	8:03:00	8:00:00	8:00:00	8:02:00	40:05:00	100%

Fuente: Elaboración Propia

Haciendo un análisis de Pareto solo en los factores que producen algún tipo de para en la línea encontrados durante la semana la cual tiene un porcentaje del 34.92% podemos determinar las principales causas que se deben de tomar acción correctiva. En la siguiente figura 23 podemos observar el gráfico de Pareto donde se determina que la limpieza, el tiempo no productivo de la línea y la espera de la orden de producción son las causas más representativas para que la línea deje de funcionar con normalidad y por lo tanto hay que tomar acciones al respecto.

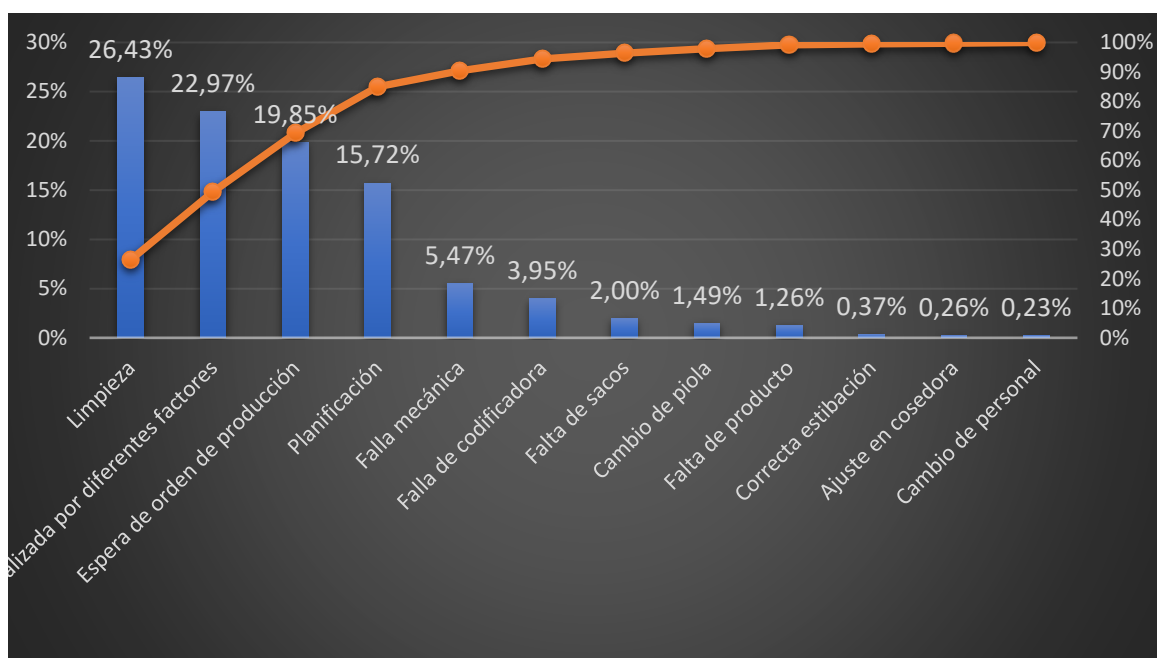


Figura 23. Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 49 podemos encontrar el costo que representarían todos los factores que ocasionan que la línea se mantenga parada si se mantuviera constante durante un año. Para el cálculo se tomó como referencia el valor de hora/hombre del sueldo básico (\$394) la cual es de \$1.64. Las variables utilizadas fueron el valor hora que representan cada factor durante la semana, la cantidad de trabajadores que operan la línea (6), la cantidad total de semanas que hay en el año (52), y el valor hora/hombre del sueldo básico.

Tabla 49. Costos de Factores de Para de Línea

Actividad	Costo Anual
Limpieza	\$ 1.893,22
Línea Paralizada por diferentes factores	\$ 1.645,90
Espera de orden de producción	\$ 1.422,33
Planificación	\$ 1.125,70
Falla mecánica	\$ 391,01
Falla de codificadora	\$ 283,41
Falta de sacos	\$ 143,13
Cambio de piola	\$ 106,17
Falta de producto	\$ 89,26
Correcta estibación	\$ 26,86
Ajuste en cosedora	\$ 18,19
Cambio de personal	\$ 16,35
TOTAL	\$ 7.161,53

Fuente: Elaboración Propia

Adicional se debe tener en cuenta otros factores que no se reflejaron durante la semana analizada es que la empresa también comercializa producto al granel, por ende, cuando hay este tipo de venta una línea de producción se para. Similar caso se da cuando hay abastecimiento de materia prima. También existen paras por motivo del ambiente, cuando existe mayor humedad la codificadora tiende a fallar y no permite imprimir la fecha de elaboración ni el lote del producto.

4.4 MODELACIÓN DE LAS REGLAS DE PRIORIDAD

La modelación de las reglas de prioridad se realizaron para la semana que se escogió como estudio donde a cada día se le aplicaron las diferentes reglas con finalidad de determinar qué modelo de programación es más eficiente para la empresa analizando el tiempo de terminación de cada pedido, la utilización de las líneas y reduciendo el tiempo de retraso.

RESUMEN DE LAS REGLAS DE PRIORIDAD - LUNES

Tabla 50. Resumen de Reglas de Prioridad - Lunes

REGLAS	LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE				LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL			
	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)
PEPT	0,80	59,38%	1,68	0,00	1,35	24,90%	4,02	0,09
TOB	0,76	62,11%	1,61	0,00	0,60	56,27%	1,78	0,07
PPP	0,79	59,85%	1,67	0,00	0,95	35,39%	2,83	0,00
TOR	0,79	59,85%	1,67	0,00	1,11	30,24%	3,31	0,00
ULPT	1,57	30,16%	3,32	0,21	0,67	50,40%	1,98	0,07
OA	0,95	50,01%	2,00	0,00	0,92	36,52%	2,74	0,19

Fuente: Elaboración Propia

RESUMEN DE LAS REGLAS DE PRIORIDAD - MARTES

Tabla 51. Resumen de Reglas de Prioridad - Martes

REGLAS	LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE				LINEA 1 - 50KG - AL GRANEL				LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL			
	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)
PEPT	1,04	35,43%	2,82	0,01	0,88	45,74%	2,19	0,22	0,69	45,74%	2,19	0,13
TOB	0,79	46,47%	2,15	0,00	0,71	56,58%	1,77	0,00	0,55	56,58%	1,77	0,00
PPP	0,80	46,11%	2,17	0,00	0,71	56,58%	1,77	0,00	0,55	56,58%	1,77	0,00
TOR	0,80	46,11%	2,17	0,00	0,71	56,58%	1,77	0,00	0,55	56,58%	1,77	0,00
ULPT	1,54	23,94%	4,18	0,48	0,73	55,13%	1,81	0,00	0,57	55,13%	1,81	0,00
OA	1,00	37,02%	2,70	0,00	0,83	48,86%	2,05	0,06	0,64	48,86%	2,05	0,01

Fuente: Elaboración Propia

RESUMEN REGLAS DE PRIORIDAD – MIÉRCOLES

Tabla 52. Resumen de Reglas de Prioridad - Miércoles

REGLAS	LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE				LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE				LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL			
	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)
PEPT	1,79	26,91%	3,72	0,48	0,47	32,46%	3,08	0,11	1,75	25,06%	3,99	0,13
TOB	1,07	45,05%	2,22	0,12	0,29	53,35%	1,87	0,05	1,39	31,65%	3,16	0,00
PPP	1,41	34,14%	2,93	0,00	0,34	45,64%	2,19	0,01	1,54	28,55%	3,50	0,00
TOR	1,60	30,13%	3,32	0,00	0,34	45,64%	2,19	0,01	1,56	28,12%	3,56	0,00
ULPT	2,06	23,34%	4,28	0,73	0,29	52,09%	1,92	0,01	1,76	24,94%	4,01	0,21
OA	2,01	23,98%	4,17	0,66	0,42	36,12%	2,77	0,01	1,80	24,44%	4,09	0,28

Fuente: Elaboración Propia

RESUMEN REGLAS DE PRIORIDAD – JUEVES

Tabla 53. Resumen de Reglas de Prioridad - Jueves

REGLAS	LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE				LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE				LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL			
	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)
PEPT	1,54	29,96%	3,34	0,00	0,05	100,00%	1,00	0,00	0,67	39,96%	2,50	0,00
TOB	1,15	40,11%	2,49	0,21	0,05	100,00%	1,00	0,00	0,56	54,33%	1,84	0,00
PPP	1,45	31,68%	3,16	0,00	0,05	100,00%	1,00	0,00	0,67	45,23%	2,21	0,00
TOR	1,45	31,68%	3,16	0,00	0,05	100,00%	1,00	0,00	0,82	37,30%	2,68	0,00
ULPT	1,23	37,56%	2,66	0,21	0,05	100,00%	1,00	0,00	0,67	40,04%	2,50	0,05
OA	2,80	16,45%	6,08	1,58	0,05	100,00%	1,00	0,00	0,86	31,35%	3,19	0,05

Fuente: Elaboración Propia

RESUMEN REGLAS DE PRIORIDAD – VIERNES

Tabla 54. Resumen de Reglas de Prioridad - Viernes

REGLAS	LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE				LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE				LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL			
	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)
PEPT	0,12	68,42%	1,46	0,00	0,46	71,81%	1,39	0,00	1,68	33,50%	2,99	0,10
TOB	0,12	68,42%	1,46	0,00	0,46	71,81%	1,39	0,00	1,23	45,72%	2,19	0,14
PPP	0,12	68,42%	1,46	0,00	0,53	62,21%	1,61	0,00	1,32	42,74%	2,34	0,00
TOR	0,12	68,42%	1,46	0,00	0,53	62,21%	1,61	0,00	1,32	42,74%	2,34	0,00
ULPT	0,13	65,00%	1,54	0,00	0,53	62,21%	1,61	0,00	2,83	19,94%	5,01	1,60
OA	0,13	65,00%	1,54	0,00	0,46	71,81%	1,39	0,00	1,71	32,90%	3,04	0,58

Fuente: Elaboración Propia

4.4.1 COMPARACIÓN MÉTODO ESCOGIDO VS PROGRAMACIÓN EJECUTADA

El método que obtuvo el mejor resultado en el comparativo de la aplicación de las reglas de prioridad fue el de Tiempo de Operación más Breve (TOB) analizándolo durante una semana. Este método posee mayor eficiencia debido a que tiene el tiempo promedio de terminación por pedido más bajo en comparación con las demás reglas al igual que el número de trabajos promedio a realizarse en cada línea, además de poseer una mayor medida de utilización de las líneas. Con respecto a la comparación con la programación que se ejecutó para la producción de los pedidos se nota gran diferencia en los indicadores previamente mencionados. En las siguientes tablas (55, 56, 57, 58,

59) podemos encontrar una conciliación de los resultados entre la programación ejecutada y el método más eficiente durante una semana.

Tabla 55. Comparativo Lunes TOB - Programación Ejecutada

REGLAS	LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE				LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL			
	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)
TOB	0,76	62,11%	1,61	0,00	0,60	56,27%	1,78	0,07
PROGRAMACIÓN EJECUTADA	0,80	59,38%	1,68	0,00	1,35	24,90%	4,02	0,09

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 56. Comparativo Martes TOB - Programación Ejecutada

REGLAS	LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE				LINEA 1 - 50KG - AL GRANEL				LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL			
	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)
TOB	0,79	46,47%	2,15	0,00	0,71	56,58%	1,77	0,00	0,55	56,58%	1,77	0,00
PROGRAMACIÓN EJECUTADA	0,94	39,41%	2,54	0,00	0,88	45,74%	2,19	0,22	0,69	45,74%	2,19	0,13

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 57. Comparativo Miércoles TOB - Programación Ejecutada

REGLAS	LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE				LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE				LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL			
	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)
TOB	1,07	45,05%	2,22	0,12	0,29	53,35%	1,87	0,05	1,39	31,65%	3,16	0,00
PROGRAMACIÓN EJECUTADA	1,82	26,55%	3,77	0,26	0,47	32,46%	3,08	0,11	1,46	30,17%	3,31	0,17

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58. Comparativo Jueves TOB - Programación Ejecutada

REGLAS	LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE				LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE				LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL			
	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)
TOB	1,15	40,11%	2,49	0,21	0,05	100,00%	1,00	0,00	0,56	54,33%	1,84	0,00
PROGRAMACIÓN EJECUTADA	1,54	29,96%	3,34	0,00	0,05	100,00%	1,00	0,00	0,67	39,96%	2,50	0,00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 59. Comparativo Viernes TOB - Programación Ejecutada

REGLAS	LINEA 1 - 25KG - SOLUBLE				LINEA 2 - 50KG - SOLUBLE				LINEA 2 - 50KG - AL GRANEL			
	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)	TIEMPO DE TERMINACIÓN PROMEDIO (HORAS)	MEDIDA DE UTILIZACIÓN	NÚMERO PROMEDIO DE TRABAJOS	RETRASO DEL TRABAJO (HORAS)
TOB	0,12	68,42%	1,46	0,00	0,46	71,81%	1,39	0,00	1,23	45,72%	2,19	0,14
PROGRAMACIÓN EJECUTADA	0,12	68,42%	1,46	0,00	0,46	71,81%	1,39	0,00	1,68	33,50%	2,99	0,10

Fuente: Elaboración Propia

4.4.2 PLANIFICACIÓN DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 MEDIANTE MÉTODO ESCOGIDO

Para llevar un control y seguimiento de las cargas de trabajos dispuestas en la planificación de producción de cada línea se utilizó el diagrama de Gantt. Para ello se realizó la programación para la semana que se utilizó como análisis de este proyecto.

PLANIFICACIÓN TOB – LUNES

Tabla 60. Tabla de Datos de Diagrama de Gantt - Lunes

LÍNEA 1			
CLIENTE	HORA DE INICIO PEDIDO	DURACIÓN DE PEDIDO	HORA DE ENTREGA DE PEDIDO
A2	0	0:01:16	12:00
A1	0:01:16	0:13:19	9:50
B1	0:14:35	1:30:39	14:00
A3	1:45:14	1:33:20	15:00
LÍNEA 2			
C1	0	0:00:49	10:00
B2	0:00:49	0:02:19	9:30
B3	0:03:08	0:31:30	16:00
B1	0:34:38	0:36:10	14:00
A1	1:10:48	1:10:00	9:50

Fuente: Elaboración Propia

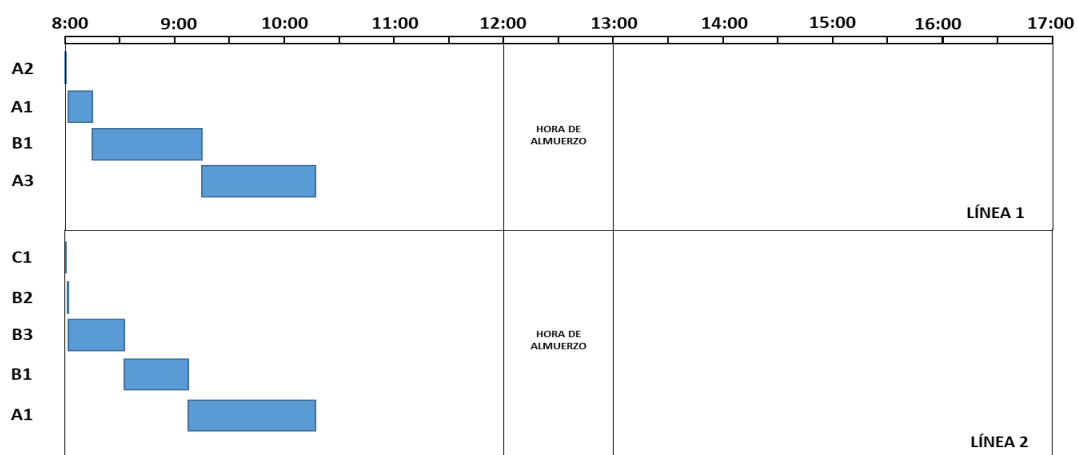


Figura 24. Diagrama de Gantt – Lunes

Fuente: Elaboración Propia

PLANIFICACIÓN TOB - MARTES

Tabla 61. Tabla de Datos de Diagrama de Gantt - Martes

LÍNEA 2			
CLIENTE	HORA DE INICIO PEDIDO	DURACIÓN DE PEDIDO	HORA DE ENTREGA DE PEDIDO
D1	0	0:07:48	8:45
D2	0:07:48	0:07:48	8:45
D3	0:15:36	0:33:00	13:00
E3	0:48:36	0:36:00	11:00
E1	1:24:36	0:39:40	9:30
C2	2:04:16	0:57:10	15:30
C3	3:01:26	1:04:09	16:00
E2	4:05:35	1:21:45	14:30

Fuente: Elaboración Propia

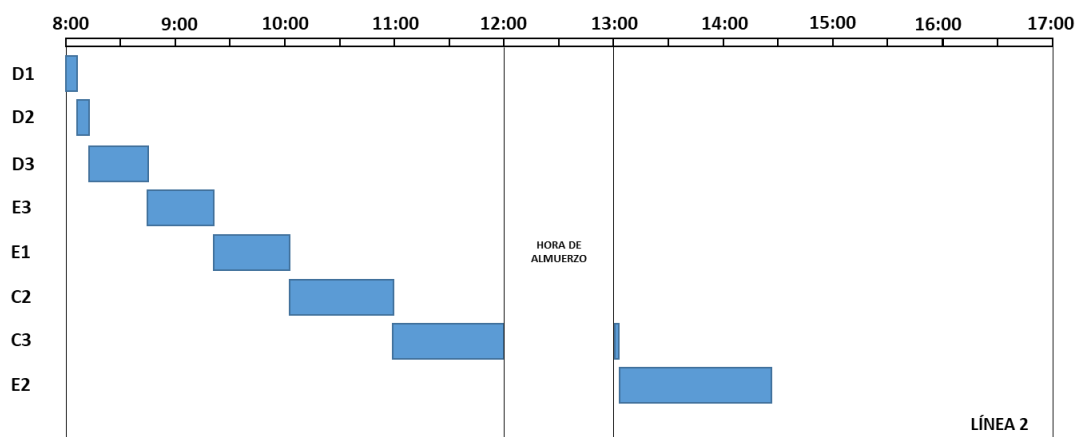


Figura 25. Diagrama de Gantt – Martes

Fuente: Elaboración Propia

PLANIFICACIÓN TOB - MIERCOLES

Tabla 62. Tabla de Datos de Diagrama de Gantt - Miércoles

LÍNEA 1			
CLIENTE	HORA DE INICIO PEDIDO	DURACIÓN DE PEDIDO	HORA DE ENTREGA DE PEDIDO
I2	0	0:05:19	11:30
I1	0:05:19	0:08:00	11:00
I3	0:13:19	0:13:19	8:30
H2	0:26:38	0:45:19	12:00
G2	1:11:57	0:53:19	14:30
F2	2:05:16	1:30:39	10:00
J1	3:35:55	2:40:00	16:00
LÍNEA 2			
I1	0	0:03:00	11:00
G1	0:03:00	0:22:52	9:45
G3	0:25:52	0:35:24	8:30
F3	1:01:16	0:46:19	12:00
G2	1:47:35	0:58:19	14:30
I2	2:45:54	1:04:09	11:30
H1	3:50:03	1:05:20	13:00
H3	4:55:23	1:15:50	16:30
F1	6:11:13	1:30:39	14:30

Fuente: Elaboración Propia

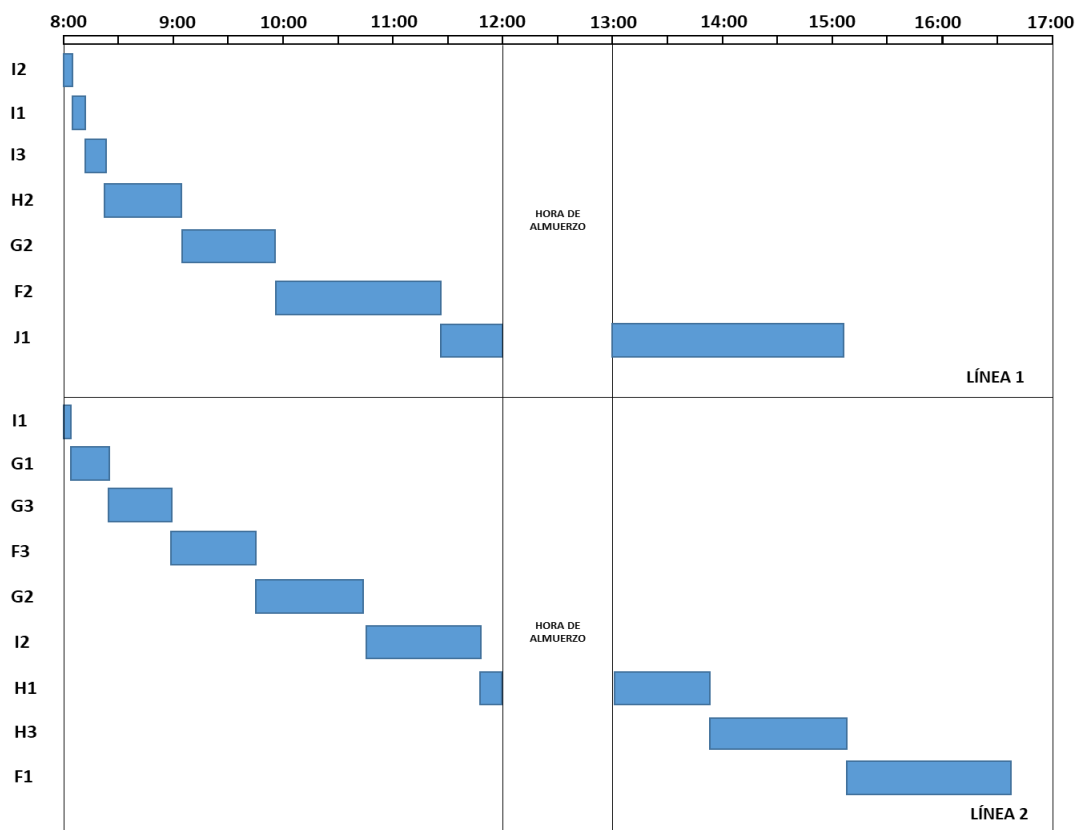


Figura 26. Diagrama de Gantt – Miércoles

Fuente: Elaboración Propia

PLANIFICACIÓN TOB - JUEVES

Tabla 63. Tabla de Datos de Diagrama de Gantt - Jueves

LÍNEA 1			
CLIENTE	HORA DE INICIO PEDIDO	DURACIÓN DE PEDIDO	HORA DE ENTREGA DE PEDIDO
K3	0	0:06:24	12:00
L3	0:06:24	0:26:40	13:30
K1	0:33:04	0:48:00	10:30
L2	1:21:04	1:06:39	15:00
J2	2:27:43	1:12:00	10:00
LÍNEA 2			
L2	0	0:05:49	15:00
K2	0:05:49	0:26:15	11:30
J3	0:32:04	1:02:24	9:30
L1	1:34:28	1:14:39	15:30

Fuente: Elaboración Propia

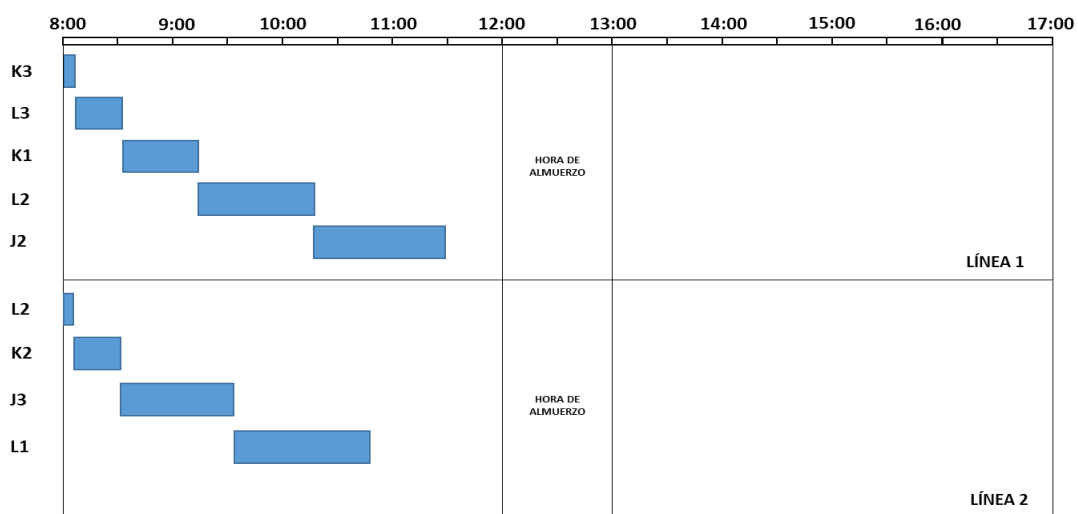


Figura 27. Diagrama de Gantt – Jueves

Fuente: Elaboración Propia

PLANIFICACIÓN TOB - VIERNES

Tabla 64. Tabla de Datos de Diagrama de Gantt - Viernes

LÍNEA 1			
CLIENTE	HORA DE INICIO PEDIDO	DURACIÓN DE PEDIDO	HORA DE ENTREGA DE PEDIDO
M2	0	0:16:00	8:45
M3	0:16:00	0:18:40	9:00
LÍNEA 2			
M2	0	0:07:00	8:45
N1	0:07:00	0:28:00	10:00
O1	0:35:00	0:46:40	14:45
N3	1:21:40	1:15:50	16:00
N2	2:37:30	1:23:33	15:30
M1	4:01:03	2:13:19	11:00

Fuente: Elaboración Propia

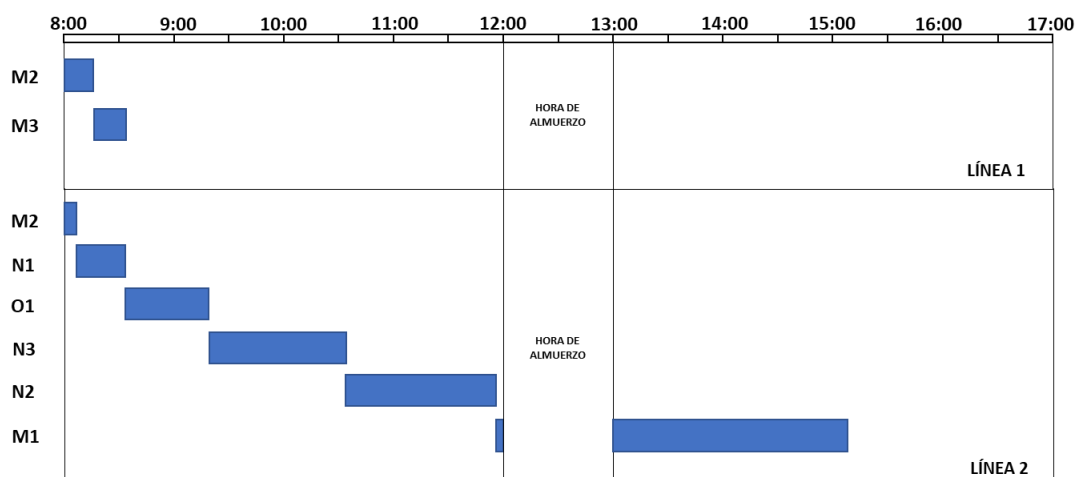


Figura 28. Diagrama de Gantt – Viernes

Fuente: Elaboración Propia

4.5 PROCEDIMIENTO Y CONDICIONES PARA EJECUTAR EL MÉTODO ESCOGIDO (TOB)

El procedimiento que se debe seguir para la aplicación del método del Tiempo de Operación más Breve (TOB) es el siguiente:

- Obtener el tiempo de procesamiento de cada pedido para el cumplimiento del mismo. Este tiempo es el producto entre la cantidad de sacos que se van a producir en ese pedido con el tiempo estándar correspondiente de la actividad llenar.
- Ordenar los pedidos con respecto al tiempo más corto de procesamiento.
- Determinar el tiempo transcurrido para la entrega del pedido (TE) y el tiempo de flujo (TF).
- Realizar la diferencia entre el tiempo de flujo y el tiempo de entrega de producto para obtener el retraso que tiene cada pedido.
- Asignación del personal y de los pedidos a cada línea.
- Realizar el diagrama de Gantt para tener un control y seguimiento de las cargas de trabajos en cada línea.

Por otra parte, las condiciones que se debe tener para la realizar el método son:

- Tener la hora de entrega del pedido.
- Si la diferencia del tiempo de flujo con el tiempo de entrega del pedido es menor que 0, el retraso del trabajo es 0.

CONCLUSIONES

- La empresa actualmente no cuenta con un modelo de planificación o programación para la producción adecuado, dado esto permite un aumento de actividades innecesarias que representaban pérdida de tiempo, lo cual producía demora para realizar una nueva orden o demora en el despacho del producto final; se notó que tampoco contaban con información actualizada sobre los tiempos de producción.
- Por medio del estudio de tiempo realizado en la empresa se logró estandarizar los tiempos de producción tomando en cuenta las demoras personales, la fatiga, los retrasos ocasionados por diferentes factores, los cuales son: la limpieza que se realiza después de la producción de cada pedido, la espera de la orden de producción, la planificación que se realiza al inicio de la jornada, por fallas mecánicas o fallas de la codificadora, por ajustes en la cosedora como el cambio de piola, por falta de materiales (sacos, MP, etc.) y por la paralización de las líneas debido a la necesidad de utilizar tanto el personal como las maquinarias para realizar otras actividades como el abastecimiento de materia prima. En la sección de resultados se analiza cuáles son aquellas causas principales que se deben tomar acciones correctivas y cuál sería el costo en una proyección de un año.
- Mediante la modelación de varias reglas de prioridad se logró determinar el método más óptimo para la empresa, el cual fue la regla del Tiempo de Operación más Breve (TOB), en un comparativo de este método con la programación ejecutada por la empresa se refleja una mejora con respecto a los indicadores, por ejemplo se toma como referencia la planificación del día lunes en la línea 2; en el comparativo se observa que en el tiempo de terminación promedio por pedido se reduce un 55.6%; en la medida de utilización, en este caso la línea 2, se evidencia un aumento del 125.7%; en el número promedio de trabajos se reduce un 55.7%; y por último, en el indicador de retrasos del trabajo disminuye un 22.2%.
- Para ejecutar el método del Tiempo de Operación más Breve (TOB) la empresa debe seguir el procedimiento detallado en el capítulo IV, donde se detalla de manera secuencial los pasos para obtener una programación de los pedidos basados en el tiempo más corto de producción, además se determinaron unas condiciones que debe cumplirse para la resolución del método.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa tener la hora de entrega de los pedidos de los clientes para poder cumplir con los parámetros necesarios para aplicar el modelo escogido.
- Para un mejor control se sugiere a la empresa llevar un diagrama de control como el diagrama de Gantt para poder conocer si la programación de la producción se está cumpliendo o si existiera algún factor que permitiera modificar la programación poder actualizar el diagrama para poder considerar cualquier tipo de retraso
- Por otra parte, se sugiere a la empresa realizar un proyecto complementario que demuestre la viabilidad de planificar, producir y almacenar producto en stock mediante el tipo de producto final debido a que a lo largo de este proyecto se observó que diferentes clientes piden los mismos productos. Con esta idea se cree que la planificación y la producción por producto podría reducir el porcentaje de la limpieza que se realiza para la producción de otro pedido y mediante el almacenamiento de producto en stock se podría tener como garantía para poder cumplir con los pedidos de los clientes cuando la empresa se encuentre en temporada de llegadas de buques.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía

- Cadena Mafla, V. E. (2018). Mejora de la productividad, en la línea de producción de queso cheddar, mediante el estudio de métodos en la empresa Milma. (*Tesis previa a la obtención de grado de Máster en Ingeniería Industrial y Productividad*). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Chase, R. B., & Jacobs, F. R. (2014). *Administración de Operaciones. Producción y Cadena de Suministros. DECIMOTERCERA EDICIÓN*.
- Delgado Villadeza, R. Y. (2017). Aplicación del estudio de tiempo y movimientos para mejorar la productividad, en el área de acabados en la empresa Representaciones Martín S.A.C, villa El Salvador, 2017. (*Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial*). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- ICEX España Exportaciones e Inversiones. (3 de Marzo de 2018). *Fertilizantes en Ecuador*. (I. Arrien Gorospe, Editor) Obtenido de ICEX España Exportaciones e Inversiones: <https://www.icex.es/icex/es/index.html>
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2008). *Administración de Operaciones. Procesos y Cadena de Valor* (Octava ed.). México: Pearson Education.
- Mayorga Chávez, A. D. (2017). Incremento de la productividad del área de envasado de producto final, en una planta procesadora de harinade trigo utilizando la metodología de la teoría de restricciones. (*Tesis previa a la obtención de grado de Magíster en Ingeniería Industrial y Productividad*). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2016). *Panorama Agroeconómico 2016*. Quito, Ecuador: Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información, Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA).
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2018). *Boletín de Agroquímicos y Fertilizantes*. Obtenido de Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA): <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php>
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (Duodécima ed.). México, D. F., México: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Oficina Internacional de Trabajo (OIT). (1996). *Introducción al estudio de trabajo* (Cuarta ed.). Ginebra, Suiza: Oficina Internacion de Trabajo.
- Ortiz Mera, O. A. (2017). Determinacion de la capacidad de producción de una planta procesadora de pavos, en el área del despresado, mediante la evaluación de los tiempos estándares de proceso. (*Tesis previa a la obtención de grado de*

- Magíster em Ingeniería Industrial y Productividad*). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Render, B., & Heizer, J. (2014). *Principios de Administración de Operaciones. NOVENA EDICIÓN*. México: Pearson Education, Inc. .
- Rodríguez Naranjo, G. J. (2013). Optimización de métodos, tiempos de trabajo y análisis económico en el área de corte de empresa Bopp del Ecuador S.A. división película Quito-Ecuador. (*Tesis de Grado Ingeniería Industrial*). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Rojas Párraga, T. C. (2018). Algoritmo de Johnson para tres máquinas en la planificación de la producción de una industria gráfica. *CITIS (Congreso Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sociedad)*, 432-439.
- Tejada Díaz, N. L., Gisbert Soler, V., & Pérez Molina, A. I. (2017). Metodología de estudio de tiempo y movimiento; introducción al GSD. *3C Empresa, investigación y pensamiento crítico. Edición Especial*, 39-49. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/3comp.2017.especial.39-49>
- Valverde Vargas, I. M. (2016). Estandarización de las actividades para la línea de chupetes esféricos rellenos, con la metodología de tiempos y movimientos. (*Tesis de grado previo a la obtención del título de Máster en Ingeniería Industrial y Productividad*). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Vásquez Rojas, L. C. (2017). Propuesta de mejoramiento de procesos en el área de producción de la empresa panificadora Panarte a través del estudio de tiempos y movimientos. (*Tesis previa a la obtención de grado de Máster en Ingeniería Industrial y Productividad*). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Vinueza Párraga, G. (2018). Optimización de los tiempos de operación del área de envasado de yogurt en Industrias Lácteas Toni S.A. (*Proyecto Técnico previo a la obtención del título de Ingeniería Industrial*). Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador.
- Yong Cruz, C. M. (2014). Diseño de un modelo de optimización de la planificación de la producción en una empresa de fabricación de detergentes en polvo. (*Tesis de Grado previo a la obtención del título de Magíster en Control de Operaciones y Gestión Logística*). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.

ANEXOS

ANEXO 1

LÍNEA 1



CRIBA



**TRANSPORTADOR
VERTICAL**



**TOLVA CON DOS SALIDAS
Y LOS CHIMBUZOS**



COSEDORA



CODIFICADORA



**BANDA
TRANSPORTADORA**

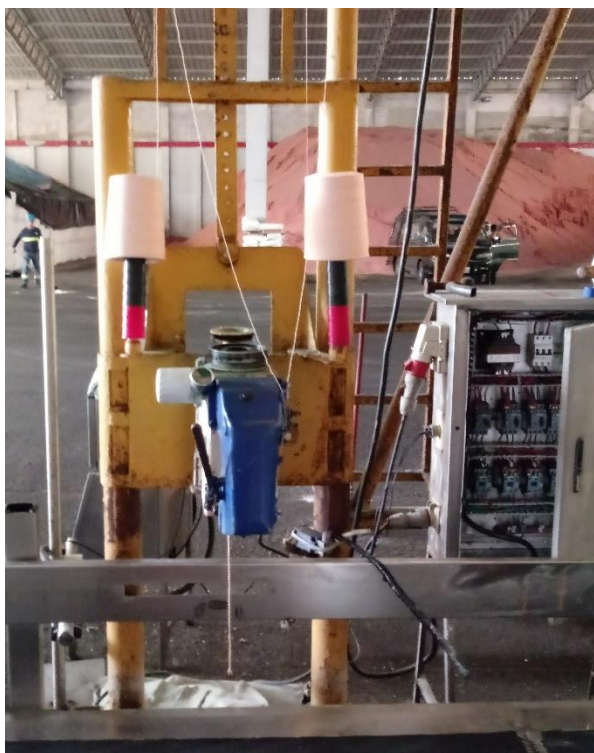
LÍNEA 2



TOLVA



CHIMBUZO



COSEDORA



CODIFICADORA



**BANDA
TRANSPORTADORA**

FORMATOS ESTUDIO DE TIEMPO

Forma para observación de estudio de tiempos

Estudio núm:	Fecha:	Página 1 de 1
Operación:	Operador:	Observador:

Núm. de elemento y descripción	Nota	Ciclo	1				2															
			C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN
		1																				
		2																				
		3																				
		4																				
		5																				
		6																				
		7																				
		8																				
		9																				
		10																				
		11																				
		12																				
		13																				
		14																				
		15																				
		16																				
		17																				
		18																				

Resumen							
TO total							
Calificación							
NT total							
Núm. de observaciones							
TN promedio							
% de holgura							
Tiempo estándar elemental							
Núm. de ocurrencias							
Tiempo estándar							
Tiempo estándar total (suma del tiempo estándar para todos los elementos):							

Elementos extraídos				Verificación de tiempos				Resumen de holguras			
Sim	LC1	LC2	TO	Descripción		Tiempo de terminación		Necesidades personales			
A						Tiempo de inicio		Fatiga básica			
B						Tiempo transcurrido		Fatiga variable			
C						TTAE		Especial			
D						TTDE		% de holgura total			
E						Tiempo verificado total		Observaciones:			
F						Tiempo efectivo					
G						Tiempo inefectivo					
Verificación de calificación						Tiempo registrado total					
Tiempo sintético						Tiempo no contabilizado					
Tiempo observado						% de error de registro					

LIBRO: Niebel